



**Citation:** Mariella Nocenzi, Ombretta Presenti, Claudia Zoani (2022). La sostenibilità come paradigma: il caso dell'infrastruttura Metrofood-RI nel settore agroalimentare. *Società Mutamento Politica* 13(25): 109-120. doi: 10.36253/smp-13792

**Copyright:** © 2022 Mariella Nocenzi, Ombretta Presenti, Claudia Zoani. This is an open access, peer-reviewed article published by Firenze University Press (<http://www.fupress.com/smp>) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

**Data Availability Statement:** All relevant data are within the paper and its Supporting Information files.

**Competing Interests:** The Author(s) declare(s) no conflict of interest.

## La sostenibilità come paradigma: il caso dell'infrastruttura Metrofood-RI nel settore agroalimentare

MARIELLA NOCENZI, OMBRETTA PRESENTI, CLAUDIA ZOANI

**Abstract.** The radical changes that have been affecting society in recent decades impose on the science in general, and the social sciences in particular, a serious rethinking of concepts and research methods in order to be able to adequately interpret the transition underway. These are, in fact, transformations that do not only concern interpersonal relations and the objectives of social life but start from and are reflected in the crisis of the environmental ecosystem and in the inability of the present generations, and even more so of future generations, to be able to satisfy their needs with the development model followed until now. In the search for a different development paradigm to apply, global adherence to the sustainable paradigm cannot but urge all sciences to rethink their own theoretical and methodological paths, making the sustainable paradigm also their own. This entails a real scientific revolution that certain phenomena, such as the pandemic crisis, have also imprinted, revealing the irreversibility of this ongoing process. The need for an integration of the sciences leads to a transdisciplinary approach to the study of the object of research, which is becoming increasingly complex, to the extent that it is necessary to 1) assume future time perspectives and 2) integrate even non-expert knowledge into increasingly proven models such as that of citizen science. The case study offered by the Pan-European Research Infrastructure for the Promotion of Metrology in Food and Nutrition (METROFOOD-RI) will be a good practice of how sustainability is now a paradigm for integrated sciences and citizen science.

**Keywords.** Sustainability, scientific paradigm, European research infrastructures, METROFOOD-RI, citizen science.

---

### INTRODUZIONE

Se per la filosofia se ne può trovare un sinonimo nella parola *archetipo* e per il linguaggio comune in quello di modello di riferimento, nella scienza il paradigma ha da sempre costituito un concetto di laboriosa definizione.

I contributi più recenti ad opera di Kuhn (1962) prima e di Lazarsfeld (1969) a seguire ne hanno stabilito più precisi contorni proprio in un frangente storico, quello della seconda metà del secolo scorso, nel quale i metodi di indagine e teorizzazione scientifica cominciavano ad essere messi alla prova dalla crisi dell'approccio conoscitivo consolidatosi con la Modernità. Fenomeni inattesi e conseguenze imprevedibili hanno progressivamente ali-

mentato dubbi sulla certezza della scienza e sulla bontà dei suoi obiettivi – ad esempio a seguito della preparazione della bomba atomica o davanti agli effetti dannosi dei pesticidi per la salute. Gli esperti si sono sentiti chiamati a rispondere non soltanto al quesito su quale scienza fosse necessaria in tempo di crisi, ma anche su quali strumenti potessero contribuire a rendere effettive le risposte della scienza alle trasformazioni in atto.

Stabilire che «conquiste scientifiche universalmente riconosciute per un certo periodo, forniscono un modello di problemi e soluzioni accettabili a coloro che praticano un certo campo di ricerca» (Kuhn 1969: 10) secondo quanto osservava Kuhn, definiva in primis che quanto è osservato dalla scienza, le sue domande, la struttura delle stesse, l'interpretazione dei risultati delle indagini scientifiche e la modalità per svolgere queste ultime diventano un modello solo quando sono condivise e accettate dal più ampio numero di scienziati e, comunque, in quello specifico momento della vita della comunità scientifica. Se a ciò si aggiunge con Lazarsfeld che un paradigma serve per ridurre la complessità della realtà, ad esempio con il passaggio da concetti teorici ad indici empirici, come da lui suggerito, se ne ricava un'accezione di paradigma utile anche per i nostri tempi. Si tratta, infatti, di un vero e proprio modo specifico di vedere la realtà in un dato momento che determina come condurre indagini scientifiche anche nel futuro e offre indicazioni che vanno al di là di quanto possa fare un metodo scientifico. Di ciò le scienze hanno sempre necessità, ma forse ancor di più in periodi di transizione quando l'incidenza di queste ultime sull'oggetto delle loro indagini richiede concettualizzazioni e metodologie adeguate per interpretare il cambiamento.

Per questo motivo si può ritenere che guardare al paradigma scientifico oggi sia una necessità posta alla scienza dalla transizione in atto perché i cambiamenti che si stanno producendo sono tali da rendere pressoché inservibile la “cassetta degli attrezzi” assemblata fino a pochi anni fa. È sufficiente richiamare l'esigenza di analizzare una società sì complessa, come quella delineata da Lazarsfeld, ma anche ridefinita per le sue componenti essenziali, ossia spazio, tempo e relazioni (Nocenzi 2019): dalle crisi ambientali, sociali ed economiche alle mutazioni prodotte dalla digitalizzazione. Ciò comporta una revisione del paradigma scientifico per un'integrazione avanzata di linguaggi, obiettivi, risultati, analisi dei dati, valutazione delle discipline, fino all'apertura anche a forme di conoscenza diverse che ampliano la stessa definizione di comunità scientifica.

Sebbene il cambio di paradigma sia ancora in atto e profili una sfida davvero ambiziosa per la scienza, sempre più numerose sono le pratiche che si stanno trasfor-

mando in modelli essi stessi di un nuovo modo di fare scienza. Fra le numerose tipologie, riveste particolare interesse, specie in vista dell'analisi di un caso di studio presentato nella terza parte dell'articolo, quello che in pochi decenni ha portato al coinvolgimento e alla partecipazione attiva e consapevole in attività di ricerca scientifica di persone di varie età, formazione ed estrazione sociale. La *citizen science* (o, letteralmente, scienza dei cittadini), di cui si parlerà nella seconda parte, può dirsi oggi una condizione essenziale allo sviluppo di un processo scientifico perché, grazie alle innumerevoli configurazioni in cui possono manifestarsi i processi collaborativi, vi è maggior facilità a configurare nuove vie di risoluzione di grandi problemi cui contribuiscono apportando il proprio punto di vista – rilevante quanto quello esperto – non esperti (cittadini): essi volontariamente raccolgono ed analizzano dati, sviluppano tecnologie, valutano fenomeni, ne diffondono e condividono i risultati.

A dimostrazione di quanto ciò sia necessario oggi per fare scienza, si proporranno obiettivi, organizzazione, attività e risultati di METROFOOD-RI (Research Infrastructure), sviluppata nell'ambito del Forum strategico europeo sulle infrastrutture di ricerca (ESFRI) per offrire servizi che misurino la qualità lungo tutta la catena alimentare, grazie a strutture fisiche e strutture elettroniche. Disponendo di impianti di materiali di riferimento e laboratori di analisi per la parte “Metro” e di campi sperimentali/fattorie, impianti di lavorazione/stoccaggio e laboratori di cucina per la parte “Food”, METROFOOD costituisce un esempio di attività scientifica composita per gli operatori coinvolti – esperti, ma anche cittadini – per discipline di macroaree differenti partecipanti e per metodo di studio e intervento nel settore agroalimentare adottando approcci integrati come quello “One Health”<sup>1</sup> in grado di rispondere alle sfide globali della società e ad affrontare emergenze impreviste. È sufficiente guardare ai più recenti risultati delle numerose discipline che operano nelle ampie aree in cui è attiva METROFOOD-RI per comprendere quali risultati si attendevano rispetto alle questioni metrologiche relative agli alimenti e alla nutrizione: risultati che questa infrastruttura contribuisce ad apportare con appositi servizi per il miglioramento del settore della salute e dell'alimentazione.

<sup>1</sup> Con approccio “One health” si intende un “modello sanitario basato sull'integrazione di discipline diverse [...] si basa sul riconoscimento che la salute umana, la salute animale e la salute dell'ecosistema siano legate indissolubilmente”, cfr. Istituto Superiore della Sanità, *One Health*, <https://www.iss.it/one-health>, consultato il 30 settembre 2022.

SCIENZA ORGANICA PER OSSERVARE E  
INTERPRETARE LA REALTÀ CHE CAMBIA

L'esperienza pandemica ancora in corso può considerarsi un epifenomeno delle profonde trasformazioni in atto e anche delle sfide che una condizione come questa pone alla scienza. Alcuni dei suoi tratti caratterizzanti situano il fenomeno entro lo specifico contesto socio-culturale in cui viviamo.

A partire dal primo, la dimensione globale delle sue cause e delle sue conseguenze, che fanno sì che un patogeno, magari originato dall'azione umana in un luogo del pianeta causi una malattia a numerosissime persone – se non a tutte quelle viventi (*pandémios*) – anche se lontane fra loro. In realtà, questa articolazione dello spazio che estende gli eventi di un luogo a tutti gli altri e comprime le diversità ad una sola dimensione è stato favorito dalla globalizzazione (Beck 1999) già alcuni decenni fa, favorendo a livello planetario quello specifico processo di interdipendenza delle economie, ma anche degli aspetti sociali, culturali, politici, tecnologici e, certamente, anche sanitari della realtà, in termini di effetti positivi e negativi. Sembra, quindi, nulla di nuovo rispetto a quanto si è già vissuto con gli effetti globali della esplosione nella centrale di Chernobyl nel 1986, dell'attentato alle Torri Gemelle del 2001 o della crisi finanziaria scatenata dal fallimento della società Lehman Brothers nel 2008.

In realtà, lo specifico intreccio di questo con altri elementi caratterizzanti configura oggi con la pandemia inedite dimensioni spaziali, temporali e relazionali. Lo spazio si è visto esteso a livello globale, ma anche compresso nella limitata porzione disponibile per evitare il contagio con il lockdown. Ciò ha indotto la radicale trasformazione degli spazi pubblici, come quelli urbani svuotati, e di quelli domestici continuamente affollati. Le implicazioni sono presto evidenti nelle relazioni fra gli individui che sono state diradate quando fisiche e potenziate in forma digitale, senza considerare le nuove relazioni che gli umani hanno stabilito con i non umani, quali possono essere considerati i robot impiegati nei reparti ospedalieri al posto del personale medico umano per evitare contatti contagiosi. Ma le interconnessioni ci sono anche con i tempi di vita, pubblica e privata, nell'insolita condizione dello spazio quotidiano.

Se questi sono solo i principali tratti dalla realtà pandemica, cosa pensare della stessa definendo il fenomeno avvenuto più correttamente come una *sindemia*? Come anticipa la sua etimologia, si tratta di un fenomeno in cui più pandemie interagiscono negativamente, amplificando effetti ed impatti, secondo quanto già definito tre decenni fa dall'antropologo Singer in colla-

borazione con Snipes (1992) quando in una popolazione osservava l'interazione deleteria di una o più malattie con altre condizioni di salute, causate dalla disegualianza sociale e dall'esercizio non equo del potere. L'approccio sindemico all'interpretazione della attuale condizione di crisi sanitaria gli conferisce una più appropriata connotazione perché ne sottolinea l'interazione con fattori sociali, ambientali ed economici che la amplificano (Horton 2020).

Che tipo di realtà sociale, ambientale, economica, sanitaria, politica, biochimica... è quella attuale? Cosa comporta per la scienza la sua analisi considerando l'alto livello di complessità raggiunto? Sono ancora adeguati i processi di conoscenza, investigazione e interpretazione di cui la scienza si serviva prima di concordare sulla necessità di una maggiore integrazione? Tornando all'esperienza della pandemia e alle sue evidenze, si possono individuare almeno cinque discontinuità rispetto al paradigma precedente:

- il principio dell'*evidence based* (basarsi sulle evidenze) da seguire per prendere decisioni, personali e pubbliche, non si è potuto applicare con la pandemia perché non ci si è potuti servire di evidenze scientifiche informate da studi clinici controllati. Le autorità, quindi, così come noi cittadini, hanno deciso quali strategie e comportamenti assumere senza conoscere questo virus e senza potersi affidare a dati consolidati e stabili. Le oscillazioni fra aperture e chiusure della libera circolazione o i dubbi sulla vaccinazione fino al suo rifiuto ne sono la dimostrazione;
- il principio di precauzione che guida le decisioni in assenza di evidenze scientifiche su un possibile rischio per l'umanità o per noi stessi non può essere applicato per la pandemia e ancor di più se la si considera una sindemia perché non è affatto incerta, quanto lo sono le sue conseguenze non conosciute attraverso la scienza. È più giusto parlare di un "principio di precauzione al contrario" perché si applicano misure precauzionali non sorrette da evidenze scientifiche per un rischio certo;
- mancanza di consenso – e di un necessario dibattito – fra scienziati di varie discipline, esperti nello studio della pandemia che, più che avanzare ipotesi da sottoporre alla falsificazione, sono indotti a lavorare su temi di emergenza o di tendenza, interessati a pubblicare saggi scientifici o anche ad affermarsi sui media;
- la carenza combinata di evidenze scientifiche e di un sano dibattito fra scienziati induce le autorità ad allargare la platea di "esperti" cui affidarsi per un supporto alla fase decisionale, ma, soprattutto, alla definizione delle linee strategiche da seguire: l'isti-

tuzione dei comitati tecnico-scientifici segue questa necessità di definire gli aspetti etici di un'emergenza, le modalità per comunicarla, il controllo dei probabili conflitti fra interessi di cittadini e autorità;

- l'estensione del dibattito scientifico a luoghi e persone inedite rispetto al passato, specie grazie ai social media e alla digitalizzazione che porta i risultati di una ricerca ad essere accessibili a tutti (open access) anche ai non esperti la cui fruizione avviene sempre più spesso nelle arene mediatiche e meno in luoghi di confronto e verifica o ad essere pubblicati anche senza una valutazione scientifica fra pari (ad es. pre-print paper).

Proprio questo ultimo punto consente di soffermarsi sui processi partecipativi che le trasformazioni in atto inducono nella costruzione e disseminazione della conoscenza rispetto ad un oggetto di ricerca sempre più complesso al quale – e affatto paradossalmente – si guarda con meno “scienza” e più esperienza.

#### CITIZEN SCIENCE: LA PROPOSTA DI UN MODELLO PARTECIPATO DI FARE SCIENZA

La possibilità di poter rapidamente e continuamente condividere conoscenze con un numero enorme di persone (conosciute e non) superando le barriere geografiche, temporali e sociali del preesistente modello comunicativo, specie grazie all'affermazione della rete *Internet* che ne ha ampliato le potenzialità, ha determinato una vera e propria rivoluzione culturale e sociale. Un così imponente e rapido sconvolgimento del modo di comunicare non poteva non interessare la comunità scientifica, da sempre istituzionalmente vocata alla divulgazione e condivisione dei risultati delle sue attività di studio e ricerca.

Negli ultimi decenni, in risposta a questa tendenza, si è diffusa, dapprima in USA poi in Europa, la *citizen science*. Questo concetto, che potrebbe essere tradotto come “scienza dei cittadini” o “scienza partecipata”, si riferisce al coinvolgimento e alla partecipazione attiva e consapevole di persone di varie età, formazione ed estrazione sociale, in attività di ricerca scientifica. Il processo di “democratizzazione della scienza” (Cruccitti 2016), avviato da qualche decennio, ha interessato nel tempo un numero sempre più ampio di discipline e di persone, divenendo un fenomeno di rilievo da molti punti di vista, con alcune conseguenze importanti, come la crescente capacità di raccogliere ed elaborare dati che possano contribuire ad orientare scelte politiche, ma ha anche rappresentato l'avvio di un processo di vera e propria alfabetizzazione scientifica, un *learning by doing* (imparare attraverso il fare) che combina l'attività di

ricerca con l'educazione e la sensibilizzazione dei contributori (e non) nei confronti dei temi trattati.

Si può dunque collocare la *citizen science* in uno scenario aperto e transdisciplinare, in cui le interazioni scienza-società-politica conducono ad una ricerca più democratica basata su un processo decisionale fondato su prove scientifiche (Alan 1995). La *citizen science* è contraddistinta dalla sua vocazione alla condivisione e all'inclusione: ciò la rende una modalità innovativa tesa a svolgere attività di ricerca e, al contempo, a rendere effettiva la democratizzazione della conoscenza. I cittadini contribuiscono attivamente alla scienza mediante il ricorso alle competenze che possono mettere in campo, agli strumenti di cui possono avvalersi e alle risorse intellettuali di cui dispongono. In questo modo, forniscono ai ricercatori dati sperimentali ponendo domande e partecipando alla co-creazione di una nuova cultura scientifica. Fornendo valore aggiunto alla ricerca, acquisiscono nuove competenze e una comprensione più approfondita del lavoro scientifico.

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 *contributori* alle attività di ricerca si deve la valorizzazione delle reali potenzialità della *citizen science*, non più tipica della 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.

La riflessione accademica inerente alla *citizen science* ha preso avvio alla metà degli anni Novanta grazie ai lavori condotti da Alan Irwin (1995) e Rick Bonney (1996). Muki Haklay (2012), studioso di Geographic Information Science presso l'University College London, ha distinto quattro tipologie di attività di *citizen science* a seconda del grado di coinvolgimento dei partecipanti: *contributivo* (contributory), *collaborativo* (collaborative), *condiviso* (co-creative) ed *estremo* (extreme). Rientrano nella *citizen science contributiva* quei progetti in cui i cittadini si mettono semplicemente a disposizione per raccogliere osservazioni, per utilizzare sensori in grado di registrare parametri ambientali durante i propri spostamenti abituali o per inserire dati al pc seguendo precise indicazioni. Nella *citizen science collaborativa* i cittadini vengono coinvolti maggiormente e sono potenzialmente in grado di interpretare alcuni fenomeni scientifici, mentre nella *citizen science condivisa* il coinvolgimento

include sia la fase di definizione del problema sia quella della raccolta dei dati. Infine, nella *citizen science estrema* il coinvolgimento dei partecipanti include ogni fase del progetto, dalla definizione del problema alla raccolta dei dati, all'analisi e interpretazione dei risultati. 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 ([www.scistarter.com](http://www.scistarter.com)), che evidenziano la preponderante presenza dei progetti di *citizen science* incentrati sui temi dell'ecologia ed ambiente. La Commissione Europea ha riconosciuto l'importanza di coinvolgere la società nella ricerca scientifica creando due linee di finanziamento Horizon 2020, denominate *Science With and For Society* (Swafs 15 e 17) mirate a promuovere la *citizen science*. Ma di recente le sue applicazioni sono sempre più numerose e le discipline che possono vantare esempi positivi in questo senso sono in continua crescita: tra queste anche molte discipline legate al settore agroalimentare, quali la chimica, la biologia, la nutrizione, le scienze e tecnologie alimentari, le scienze ambientali e le scienze gastronomiche.

Molti dei progetti di *citizen science* sono dedicati alla qualità, alla sicurezza e alla rintracciabilità alimentare e rappresentano un valido strumento per i cittadini per conoscere e apprendere in maniera informale e partecipata tutte le caratteristiche degli alimenti e per affrontare attivamente e insieme agli scienziati appunto i temi della qualità, sicurezza e rintracciabilità. Anche il sistema agroalimentare è sempre più teso verso strategie innovative ispirate ai principi di sostenibilità, ma è soprattutto connotato da un forte orientamento alla soddisfazione delle esigenze delle varie categorie di utenti attraverso un approccio partecipativo nel quale si condividono problematiche, soluzioni e strategie operative. Tutto ciò sta determinando l'avvento di un nuovo orientamento strategico che segna il passaggio prima dal prodotto al mercato e, poi, dal consumatore alla società complessivamente considerata.

I progetti di *citizen science* rappresentano in questo ambito un approccio innovativo e strutturato anche di didattica e, grazie alle tecnologie digitali, le attività di rilevazione sono supportate da specifici "kit di lavoro" quali app, questionari, tools digitali che permettono agli studenti di lavorare in gruppo o individualmente. L'introduzione nei progetti di *citizen science* di meccanismi di gioco (*gamification*), le interazioni sociali con

i ricercatori, l'organizzazione di Social Labs e laboratori creativi e l'utilizzo di incentivi, prevalentemente in forma di riconoscimento pubblico online, si dimostrano sempre più efficaci nell'attrarre l'interesse degli studenti e nell'aumentarne la partecipazione: coloro che si avvicinano a questo tipo di esperienze saranno sicuramente consumatori più consapevoli.

#### LA SFIDA DELLA TRANSDISCIPLINARIETÀ E DELLA CITIZEN SCIENCE PER UN'INFRASTRUTTURA DI RICERCA NEL SETTORE AGROALIMENTARE: IL CASO DI METROFOOD-RI

Può costituire davvero una buona pratica replicabile quella della infrastruttura di ricerca METROFOOD-RI (Research Infrastructure) per attestare la bontà dell'applicazione del modello *citizen science* in un settore come quello agroalimentare che, per gli aspetti che saranno evidenziati, promuove processi partecipativi che le trasformazioni in atto inducono nella costruzione della conoscenza. Quella formula di meno "scienza" e più esperienza potrà avere una più precisa connotazione.

La *Infrastructure for promoting Metrology in Food and Nutrition* ([www.metrofood.eu](http://www.metrofood.eu)) METROFOOD-RI<sup>2</sup> opera per promuovere qualità e affidabilità dei risultati di misura di alimenti e nutrizione. La produzione, selezione e condivisione di dati, informazioni e strumenti di misurazione è tesa a valorizzare l'eccellenza scientifica a sostegno del sistema agroalimentare e a rafforzare le conoscenze scientifiche. Può farlo grazie alla cooperazione scientifica e all'integrazione di conoscenze, ma anche di "punti di osservazione non esperti" su scala europea e gradualmente globale. Il Principio FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, and Re-usable) per la gestione dei dati e la fornitura dei servizi, è il riferimento cui si ispira promuovendo un'azione di sistema per l'integrazione della ricerca scientifica, la fornitura di servizi avanzati, il supporto alle policies e la formazione.

Per operare METROFOOD-RI ha scelto un primo approccio che può dirsi più che multidisciplinare tra diverse aree operative quali agroalimentare, sviluppo sostenibile, qualità e sicurezza alimentare, rintracciabilità e autenticità degli alimenti, sicurezza ambientale e salute umana. Solo grazie ad una loro completa integra-

<sup>2</sup> L'infrastruttura è stata inclusa nella Roadmap ESFRI 2016 come "emerging project" e, dopo aver completato la cosiddetta "Early Phase" supportata dal progetto H2020 PRO-METROFOOD (Progressing towards the construction of METROFOOD-RI - GA 739568), dal 2018 è inserita nella Roadmap ESFRI per il dominio Health and Food (si veda nota 3); a maggio 2022 è stata completata la "Preparatory Phase" supportata dal progetto H2020 METROFOOD-PP (GA 871083), con il coinvolgimento di un consorzio di 48 istituti di 18 paesi europei.

zione, infatti, può essere possibile coprire l'intera filiera alimentare e i servizi ad essa correlati, dalla produzione primaria fino al consumo finale, avendo come obiettivo la sostenibilità dei processi alimentari e dei comportamenti di consumo, favorendo la qualità e la sicurezza degli alimenti, appunto grazie alla loro rintracciabilità e autenticità. Il processo oggetto di studio si riferisce a tutti i passaggi dalla filiera produttiva "dal campo alla tavola" e, quindi, è necessario adottare anche un secondo approccio olistico e integrato di filiera. I servizi e i dati offerti da METROFOOD-RI, inoltre, sono rivolti a un'ampia gamma di utenti, quali ricercatori, ma anche operatori del settore alimentare e associazioni di produttori, policy makers e agenzie di ispezione e controllo, consumatori/associazioni di consumatori e cittadini che acquisiscono un ruolo strategico per le stesse caratteristiche del settore agroalimentare e di una infrastruttura di ricerca.

Partendo dall'agroalimentare, si può osservare come questo costituisca di per sé un settore rilevante per il commercio, per l'economia, ma anche per la sostenibilità dello sviluppo e la preservazione della biodiversità, oltre che per la salute e la sicurezza dei consumatori (European Commission 2021). La sua funzione stessa può dirsi strategica in Europa al punto che la stabilità del settore fornisce una cartina di tornasole del mantenimento dell'equilibrio dello sviluppo economico e della coesione sociale in frangenti di particolare criticità quale è stato recentissimamente quello causato dal picco dell'emergenza pandemica: nonostante la crisi economica indotta dall'applicazione delle misure restrittive sanitarie, che ha causato la diminuzione di importazioni (-12%) e delle esportazioni (-9%) nel Vecchio Continente, quelle relative al settore agroalimentare hanno mantenuto un dato positivo, rispettivamente con +1,4% e +0,5%.

Il nostro Paese gioca un ruolo fondamentale nel sistema agroalimentare europeo grazie alle sue eccellenze di produzione, commercio e offerta dei prodotti che le stime valutano complessivamente per un importo superiore ai 500 miliardi di euro e pari al 15% del PIL nazionale (CREA 2021). Il valore è, ovviamente, molto più che di tipo economico e a contribuirvi è l'intero sistema che costituisce la filiera produttiva, caratterizzato dal rispetto della tradizione e del patrimonio culturale dei territori di produzione e trasformazione degli alimenti, di caratteristiche di genuinità e nutrizionalità degli stessi, di principi di attivazione e gestione della stessa filiera ormai consolidati a livello internazionale come la sicurezza, la qualità, l'innovazione, la sostenibilità.

Anche se il settore agroalimentare sembra aver retto alle sfide poste dai rischi sempre più minacciosi degli ultimi decenni, quelli che si profilano all'orizzonte sem-

brano di ancora più difficile soluzione. Infatti, a fronte di un crescente esaurimento delle risorse necessarie alla produzione di cibo, si prevede nei prossimi due/tre decenni un aumento della domanda per un'inedita crescita demografica esponenziale in alcune aree del pianeta, peraltro spesso proprio quelle meno dotate di un sistema agroalimentare funzionale. Ciò, nello specifico, sia rispetto alla filiera produttiva che per i servizi legati alla sicurezza alimentare (*food security*).

A non favorire il loro adeguamento a standard performativi è il progressivo peggioramento di alcune condizioni degli ecosistemi a livello globale – cui contribuisce la stessa produzione alimentare – che, in queste aree, gravate dalla scarsità di risorse economiche, rende ancor più difficile l'adozione di misure di riduzione dell'impatto, se non di mitigazione. Fra queste, la carenza di acqua, l'erosione e il consumo del suolo, l'emissione di gas a effetto serra e la perdita di biodiversità (Benton *et al.* 2021), la conseguente crisi climatica con i fenomeni estremi indotti sono solo alcune delle condizioni che mettono a serio rischio la filiera alimentare (Loboguerrero *et al.* 2019). Ad esse, ma non solo, va attribuita anche una maggiore diffusione di patologie associate al consumo di alimenti che incide sulla qualità della vita della popolazione, ma anche sulla capacità dei sistemi sanitari di offrire servizi adeguati di trattamento e cura. La sicurezza degli alimenti (*food safety*), pertanto, è all'attenzione degli operatori del settore e dei legislatori che la formalizzano attraverso sempre più puntuali dispositivi normativi relativi a metodologie e procedure per la sua valutazione.

A questo processo non possono non partecipare in modo pro-attivo tutti gli stakeholder della filiera alimentare che, oramai estesa a livello globale, si compone di produttori/agricoltori, trasformatori, distributori, rivenditori e consumatori nel commercio nazionale e internazionale accanto ai saperi esperti di differenti discipline. Una composizione ampia e articolata, quindi, nella quale si generano con un processo integrato domande di alimenti di qualità, sicuri, sani, autentici, sostenibili e prodotti eticamente (FAO 2014) e le relative risposte in termini di prodotti e servizi. Si tratta ormai di un *setting* necessario quanto consolidato per i sistemi alimentari tanto che nel corso dell'ultimo vertice promosso dalle Nazioni Unite sul tema nel 2021 sono state tracciate le linee programmatiche per la loro ottimizzazione: sviluppo integrato di tutti gli aspetti interconnessi in questi sistemi per renderli più sani, equi e resilienti secondo i 17 obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030 (FAO 2021; 2022).

Anche il legislatore europeo ha accolto queste linee programmatiche inserendo nel più ampio piano di svi-

luppo del Green Deal la “Farm to Fork Strategy” (European Commission 2020): è così tracciato il percorso che sta portando alla realizzazione di una vera e propria transizione agroecologica (Herrero *et al.* 2020) nella quale confluiscono modelli di sviluppo dell'agricoltura e della filiera produttiva preservanti la biodiversità e gli equilibri ecosistemici ed obiettivi di equità sociale nell'accesso al cibo. Parte essenziale di questa strategia non poteva non essere la definizione di standard di qualità e di sicurezza che operano congiuntamente sia a tutela del patrimonio naturale da cui trarre gli alimenti, sia della salute delle popolazioni che ne fruiscono.

L'ulteriore applicazione di un approccio integrato degli elementi che compongono la filiera alimentare accerta la bontà, se non la necessità, di un differente paradigma nella lettura e analisi del settore agroalimentare – e, al suo interno, della specifica infrastruttura di ricerca METROFOOD-RI (ved. prima parte di questo articolo) – che già più di dieci anni or sono la comunità scientifica e politica internazionale aveva riconosciuto nell'approccio *One Health* (FAO 2011). Come anticipato, questo approccio propone un: modello olistico per il riconoscimento della interconnessione fra salute umana, la salute animale e salute dell'ecosistema. Certamente, le opportunità che possono fornire gli strumenti digitali in continua evoluzione, ma anche i modelli di produzione economica circolare, favoriscono l'individuazione di obiettivi di qualità delle materie prime, di rintracciabilità dei prodotti, di recupero degli scarti e di contenimento degli sprechi, tutti inseriti in un modello di sviluppo sostenibile.

In questo complessivo quadro del settore agroalimentare si innesta il secondo elemento caratterizzante obiettivi e attività di METROFOOD-RI che è rappresentato proprio dalla funzione delle infrastrutture di ricerca. Quali strumenti per sostenere e organizzare la ricerca con metodo cooperativo a livello sovranazionale promuovendo lo scambio di metodi e buone pratiche, le infrastrutture si rivelano particolarmente utili alla ricerca di base e applicata in tutti i settori scientifici: questi ultimi, opportunamente fra loro integrati, sono più efficacemente in grado di rispondere alle esigenze poste dallo sviluppo in atto e, soprattutto, ad adeguarsi alle trasformazioni inattese e radicali.

Nello specifico del settore agroalimentare, le infrastrutture di ricerca costituiscono un supporto ormai imprescindibile per le finalità normativamente orientate fin qui descritte poiché offrono competenze e servizi disciplinarmente integrati e modelli operativi ispirati alla cooperazione che abbiamo già visto illustrati nelle modalità partecipative della *citizen science*. I risultati attesi non sono solo evidenti entro la costruzione di conoscenza e la produzione dei dati, ma anche più con-

cretamente sul livello di informazione e consapevolezza dei consumatori – fiducia verso i sistemi alimentari, assunzione di comportamenti salutari. Lo dimostra il supporto della Strategia Europea per le Infrastrutture di Ricerca (ESFRI)<sup>3</sup> alla realizzazione di ben 16 sistemi nel dominio Health and Food che operano in modo congiunto anche con le analoghe strutture di domini tangenti quali Environment (ENV), Physical Sciences and Engineering (PSE) e Social and Cultural Innovation (SCI) Energy (ENE) (ESFRI 2018).

METROFOOD-RI, pertanto, opera nel settore agroalimentare come infrastruttura di ricerca secondo questi obiettivi e caratteristiche e si propone con una composizione che vede integrata un'infrastruttura fisica (*Physical-RI*) e un'infrastruttura elettronica (*Electronic-RI*) (figura 1).

La prima è composta, a sua volta, da impianti per la produzione di Materiali di Riferimento (in inglese RM), laboratori chimico-analitici, campi ed impianti sperimentali/aziende agricole. Al suo interno, la specifica sezione chiamata “area METRO”<sup>4</sup> si compone di impianti per lo sviluppo e la produzione di RMs di interesse per il settore agroalimentare e laboratori analitici per lo sviluppo e la validazione di nuove metodologie e dispositivi per la caratterizzazione chimica, chimico-fisica e (micro)biologica degli alimenti e di qualsiasi matrice di interesse per il settore agroalimentare (matrici ambientali dall'agroecosistema di produzione primaria, mangimi, materiali a contatto con gli alimenti ecc.). Obiettivi del lavoro laboratoriale sono soprattutto la sicurezza e la qualità degli alimenti, insieme all'autenticità/tracciabilità, la nutrizione, la caratterizzazione degli agroecosistemi e l'analisi ambientale e la caratterizzazione dei materiali.

Si tratta, quindi, di un'area di particolare rilevanza nel complesso dell'infrastruttura perché lo sviluppo di nuovi RM costituisce uno dei driver dell'intero settore agroalimentare.

<sup>3</sup> ESFRI – European Strategy Forum for Research Infrastructures è lo strumento strategico del Consiglio europeo (CE) per sostenere un approccio coerente e strategico alla definizione delle politiche sulle infrastrutture di ricerca in Europa. Le strutture, le risorse o i servizi di natura unica sono identificati dalle comunità di ricerca europee come Infrastrutture di Ricerca (RI) e conducono e sostengono attività di ricerca di alto livello nei loro settori. L'ESFRI seleziona le proposte di importanza strategica per lo Spazio Europeo della Ricerca (SER) riconoscendo quelle considerate un eccellente caso scientifico e con un livello di maturità adeguato per promuoverle come Progetto ESFRI. In questo modo ne favorisce l'implementazione come nuove o aggiornamenti di RI entro un termine di dieci anni. Le RI attuate con successo possono gradualmente diventare punti di riferimento ESFRI.

<sup>4</sup> L'area METRO è dedicata ad attività di metrologia che è definita «scienza della misurazione, che comprende determinazioni sia sperimentali che teoriche a qualsiasi livello di incertezza in ogni campo della scienza e della tecnologia» (BIPM 2017) e fornisce gli strumenti per rendere i risultati delle misurazioni affidabili e comparabili.

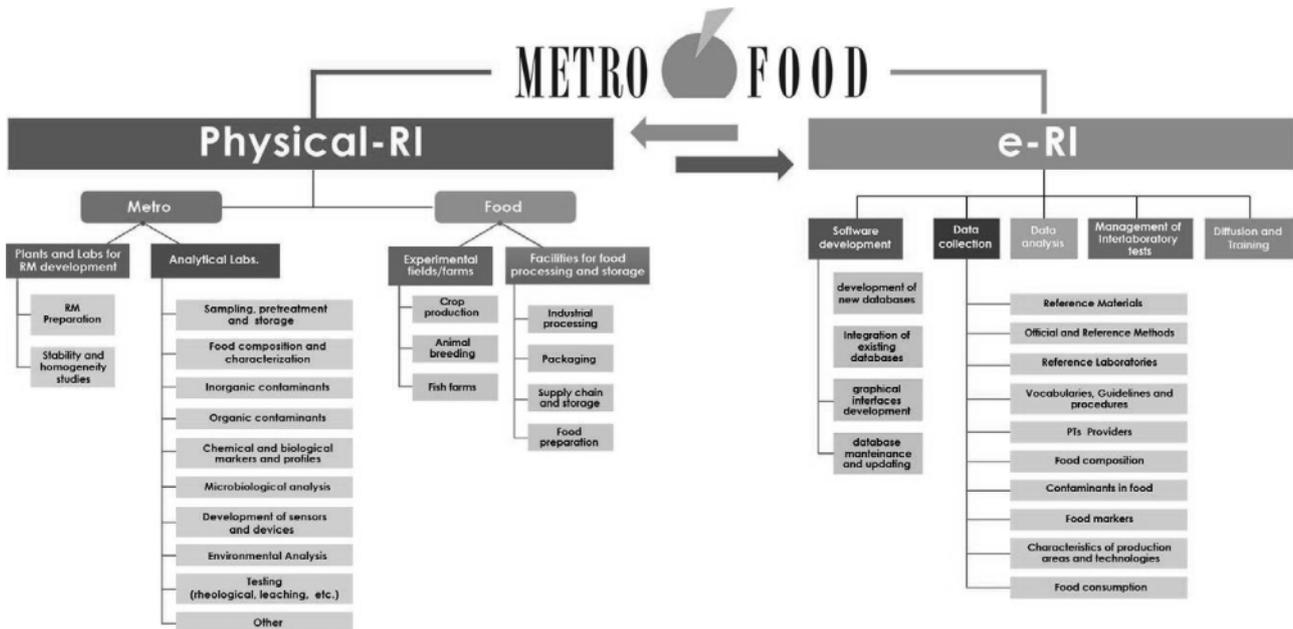


Figura 1. Servizi di base e componenti operative di METROFOOD-RI.

Si vedrà a breve come per il *Challenge Cluster 2* di natura sociale, quello che prevede la fornitura di alimenti sani e sicuri per tutti, l'attività dei laboratori di analisi di METROFOOD opera in modo mirato a individuare e preservare l'integrità degli alimenti, nel senso indicato da Elliot (2012: 25) «alimenti sani, nutrienti, sani, gustosi, sicuri, autentici, tracciabili, nonché prodotti in modo etico, sicuro, rispettoso dell'ambiente e sostenibile».

Accanto all'area METRO, quella FOOD nella quale operano strutture per la produzione, trasformazione, lavorazione, conservazione, confezionamento degli alimenti, riduzione delle perdite e dei rifiuti alimentari: più nello specifico campi e fattorie sperimentali, impianti pilota, laboratori per l'applicazione di *mild-technologies*, laboratori-cucina per studiare l'influenza delle procedure di preparazione e conservazione domestica sulla qualità e sicurezza degli alimenti. Queste strutture consentono di comporre la filiera alimentare integrandovi tutti gli elementi operativi per poter adottare un approccio integrato nello studio di qualità, sicurezza e autenticità degli alimenti e di valorizzazione di prodotti, sottoprodotti e processi, nonché per l'azione di modelli di economia circolare.

L'infrastruttura elettronica (*Electronic-RI*) si integra a quella fisica per raccogliere ed elaborare dati e mettere a disposizione open data e servizi accessibili ad ogni potenziale utente nel territorio europeo e non solo. Apparentemente distante dall'effettiva produzione alimentare, in realtà, *Electronic-RI* opera per integrare e

condividere informazioni e dati utili relativamente ad ogni aspetto inerente l'intera filiera alimentare che trae da un'interconnessione diretta e continua con le strutture che operano nella *Physical-RI* e che mette a sistema con dati e informazioni sugli stessi temi prodotti da altre fonti (Figura 2). L'e-RI può essere in grado di offrire servizi per confrontare e rendere interoperabili i dati alimentari e qualsiasi altro dato di interesse per l'agroalimentare e per gli effetti sulla salute umana, ma anche per sperimentare nuovi modelli metrologici da applicare ai fini delle attività della *Physical-RI*.

Questa caratteristica rende la parte elettronica dell'infrastruttura doppiamente strategica. Lo è, in primis, da un punto di vista organizzativo. Infatti, i tempi e le metodologie per la realizzazione delle sperimentazioni tradizionali di laboratorio richiedono strumentazioni complesse, adeguate procedure di campionamento e pretrattamento dei campioni, competenze specialistiche elevate. Nonostante restituiscano risultati molto accurati, queste tecniche non consentono il monitoraggio dei processi in tempo reale ed eventuali interventi in progress che sono sempre più determinanti nella organizzazione delle attività della filiera agroalimentare. L'apparato elettronico di METROFOOD si avvale di una strumentazione come la Process Analytical Technologies (PAT) che consente di agire on-line adeguando i tempi di intervento secondo le sempre più frequenti dinamiche cui non possono applicarsi principi come l'*evidence based* e il *principio di precauzione* (si veda la prima parte di que-

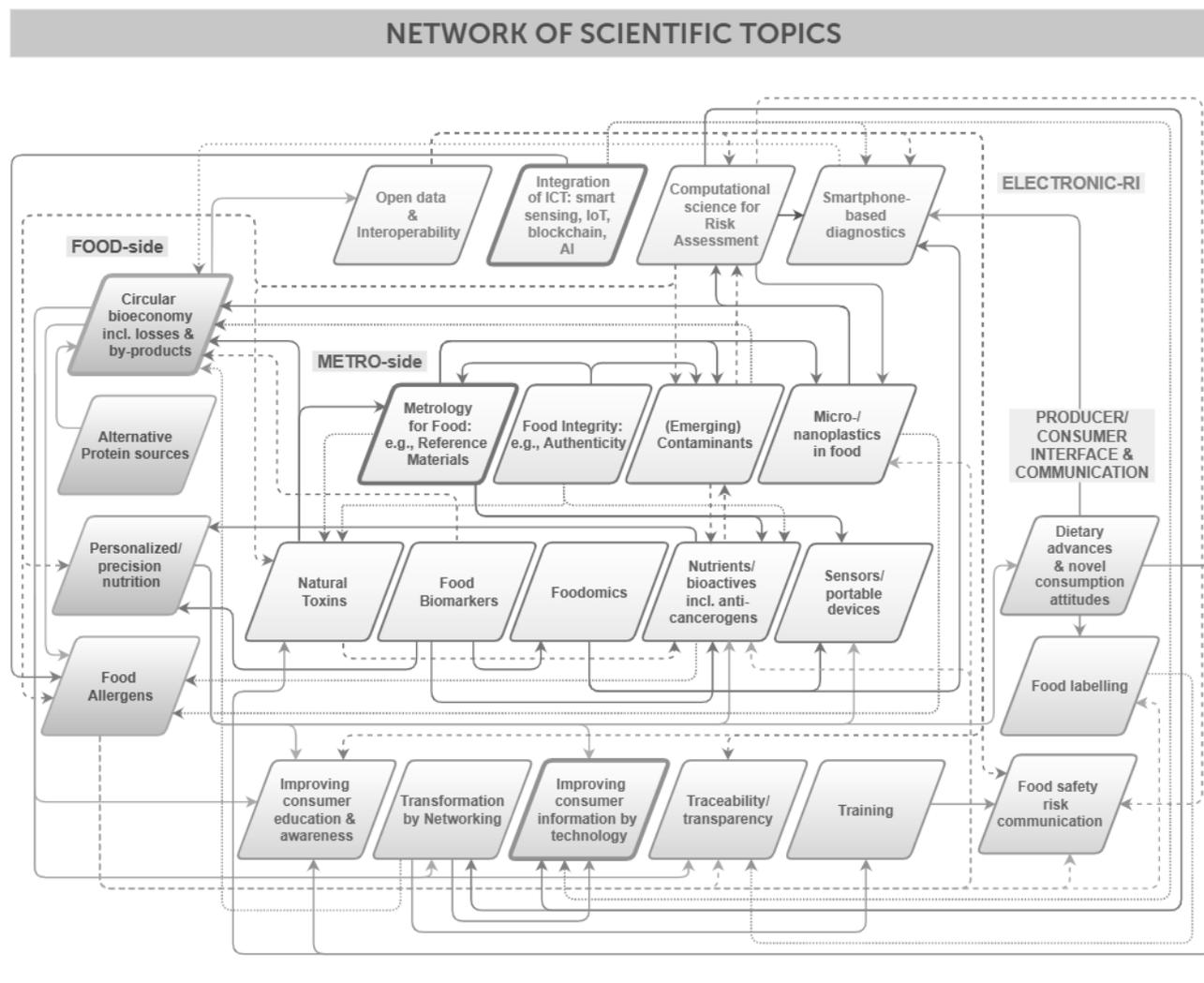


Figura 2. Le interconnessioni degli elementi costitutivi dell'infrastruttura METROFOOD-RI.

sto lavoro). Inoltre, l'operatività on-line consente di non distruggere specie vegetali nel corso di processi esplorativi o diagnostici utili ai controlli di qualità e sicurezza alimentare, in questo caso perseguendo gli obiettivi di sostenibilità e tutela della biodiversità<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> In tal senso, è di particolare interesse l'attenzione rivolta dall'infrastruttura alle potenzialità di sensori e dispositivi per analisi in-situ, in-line e on-line basati su diverse tecnologie a supporto della qualità e sicurezza alimentare e per la dimostrazione d'origine e le verifiche di autenticità dei prodotti (ad es. i dispositivi basati sulla spettroscopia laser fotoacustica) che si stanno sviluppando per una loro implementazione. A questo processo collaborano molte strutture che stanno lavorando sullo sviluppo e applicazione di biosensori (elettrochimici, ottici, piezoelettrici) e di immunosensori, o che utilizzano sistemi basati su nasi e lingue elettroniche. Ovviamente queste strutture devono considerarsi come parte integrante di METROFOOD non soltanto in termini di collaborazione, quanto di pianificazione e progettualità, siano esse facilities chi-

più che un meritorio approccio utilizzato dall'infrastruttura, si deve registrare il necessario adeguamento di strumenti e metodi ad operazioni qualitativamente situate, ma poco costose, accessibili e sostenibili per uso e trattamento dei risultati, ad esempio in termini quantitativi e qualitativi dei vari contaminanti alimentari. Grazie, poi, alla costruzione di dispositivi portatili dalle dimensioni ridotte e dalle funzionalità "intelligenti",

mico-analitiche che impiegano metodi analitici "classici" (off-line) per la validazione dei dispositivi e la valutazione delle performances, che per gli impianti dell'area "food" per la loro valutazione e applicazione nel monitoraggio dei processi di produzione primaria e di trasformazione. La componente di infrastruttura elettronica per la condivisione e l'integrazione dei dati e l'applicazione di sistemi IoT, quindi, si propone come punto di raccordo di molte strategie di innovazione integrata con le attività delle altre sezioni dell'infrastruttura.

condivise in modalità wireless, METROFOOD-RI può servirsi di interfacce di analisi di processo che rispondono all'esigenza di offrire dati e servizi aperti, condivisibili con i sistemi di Internet of Things (IoT). La digitalizzazione dei sistemi agroalimentari costituisce di per sé un'innovazione cui ne possono seguire altre connesse su cui si sta già lavorando, a partire dall'Intelligenza Artificiale e dalla Blockchain che operano nella direzione dell'accessibilità e della trasparenza. Due ricorrenti caratteristiche che assume l'organizzazione dell'infrastruttura nelle sue varie articolazioni, anche in quelle attualmente in via di definizione, come lo sono i *Point-of-needs* nei quali si realizzeranno test sugli alimenti dando l'opportunità anche ai non esperti, come i consumatori, di testare i prodotti alimentari in casa anche impiegando i propri smartphone come rivelatori analitici, secondo una delle tipologie di attuazione della *citizen science*.

Tornando all'alto valore strategico della parte elettronica dell'infrastruttura, un secondo elemento è, se possibile, ancora più connesso agli aspetti sociali sottolineati nella prima parte di questo lavoro. In realtà, il nesso è solo più evidente, ma ugualmente rilevante dal punto di vista strategico. Esso riguarda la funzione di questa parte dell'infrastruttura in relazione alla ricognizione su dati e informazioni pre-esistenti, su quelli derivanti dalle attività di METROFOOD fra loro interconnesse, ma, soprattutto, su quelli che si possono potenzialmente produrre nell'interazione con tutti gli altri stakeholder della filiera alimentare che gli strumenti digitali dell'infrastruttura fanno interagire entro il network di METROFOOD. L'adozione del principio FAIR e l'uso di strumenti digitali consentono l'effettiva realizzazione di pratiche di *co-creation* basati su modelli di *citizen science*, così come descritti in precedenza, rispetto alle attività integrate della componente fisica e di quella elettronica.

Se a questo punto della trattazione e con metodo induttivo, volessimo leggere con una prospettiva co-creativa come il secondo aspetto strategico della *Electronic-RI* si applichi ai risultati attesi e che METROFOOD-RI intende perseguire, è utile soffermarsi sui *Challenge Clusters* definiti, grazie ai quali l'infrastruttura conduce un progressivo e mirato orientamento della sua Strategic Research and Innovation Agenda.

Nello specifico, i *Challenge Clusters* sono i seguenti:

- CC 1: Combattere il triplice danno della malnutrizione
- CC 2: Assicurare cibo sano e sicuro per tutti
- CC 3: Realizzare condizioni in cui non ci siano povertà, siano garantite redditività dell'agricoltura senza pressione sui mezzi di sussistenza, il lavoro sia dignitoso e la migrazione non forzata

- CC 4: Promuovere sistemi alimentari innovativi, resilienza degli stessi, sicurezza alimentare, adattamento al clima
- CC 5: Produrre in modo sicuro dal punto di vista ambientale, con azioni per il clima, green deal, acqua, suolo e promozione della biodiversità.
- CC 6: Favorire consumo e produzione responsabili, promuovere città intelligenti
- CC 7: Sostenere la democratizzazione, la sicurezza civile, la ricerca/innovazione/tecnologia e le relazioni in partenariato
- CC 8: Supportare e supportarsi con la digitalizzazione.

Rappresentate nella loro articolazione, queste sfide incontrano molti degli elementi costitutivi della transizione paradigmatica di cui si è trattato in precedenza in cui la scienza apre i suoi processi di costruzione della conoscenza a saperi non esperti, esperienze, punti di vista quanto più inclusivi rispetto ad un oggetto della ricerca – in questo caso la filiera agroalimentare – composito per i temi dell'equità di accesso alle risorse, di dignità del lavoro, di controllo dei flussi migratori, di consumo responsabile, di spazi urbani intelligenti, di democratizzazione e accessibile applicazione della digitalizzazione.

#### ALCUNI CENNI CONCLUSIVI

L'infrastruttura di ricerca METROFOOD-RI propone un interessante esempio di come obiettivi, strumenti, metodi e risultati attesi dall'attività scientifica siano orientati da un senso del fare scienza che è in chiara transizione verso qualcosa di altro. Lo stato di avanzamento e attività di METROFOOD-RI attestano una transizione ormai avviata, irreversibile. Guardare alle sue finalità, ossia l'accelerazione delle scoperte scientifiche, l'innovazione e la competitività, la crescita e l'occupazione, la coesione economica e sociale, non dimostra solo che questo insieme di strutture abbiamo fatto propri i principi essenziali dello sviluppo sostenibile. Non soltanto che l'impiego di strumenti e dispositivi digitali per gestire flussi di dati metrologici favorisce il commercio, la competitività, la qualità alimentare con un innegabile vantaggio in termini di ottimizzazione di spazi, tempi e relazioni fra gli stakeholder della filiera. Dal punto di vista sociale è rilevante assegnare una valenza inedita alla soddisfazione dei consumatori attraverso l'accesso a dati sugli alimenti e sulla nutrizione a livello europeo, ma anche a livello regionale e nazionale, cui essi stessi possono contribuire.

La valutazione di impatto dell'infrastruttura può evidenziare almeno sei aree interessate – scientifica, tecnologica, economica, sociale, educativa e ambientale – e fra queste alcune validano l'ipotesi di questo lavoro sulla novità paradigmatica. La prima è proprio quella scientifica: la produzione, l'accumulo e lo scambio di conoscenze ed apprendimento reciproco a livello di stakeholder del sistema agroalimentare, produce un valore sociale aggiunto attraverso nuovi servizi, nuovi prodotti e tecnologie e nuovi approcci che potrebbero contribuire a risolvere le grandi sfide sociali. Dal punto di vista economico e tecnologico l'impatto è positivo rispetto all'attività economica, non solo nei Paesi in cui insistono le RI, ma più ampiamente a livello europeo, con espansione del mercato per le imprese agroalimentari e le acquisizioni in termini di sviluppo e trasferimento delle nuove tecnologie, dei brevetti di proprietà delle RI e di altre proprietà intellettuali. Infine, si registra una promozione delle risorse umane impiegate in una attività scientifica attrattiva, prestigiosa e promuovente i saperi sia esperti sia esperienti con evidenti risvolti per l'implementazione di strategie comuni di cooperazione, coesione, nonché una maggiore fiducia nella scienza.

Acknowledge funding from the METROFOOD-PP project - European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 871083.

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Beck U., (1999), *Che cos'è la globalizzazione. Rischi e prospettive della società planetaria*, Carocci, Roma.
- Benton T. G., Bieg C., Harwatt H., Pudasaini R., Wellesley L., (2021), *Food system impacts on biodiversity loss Three levers for food system transformation in support of nature*, Research Paper. Energy, Environment and Resources Programme.
- BIPM Bureau International des Poids et Mesures, (2017), *What is metrology?*: <https://www.bipm.org/en/worldwide-metrology/>.
- 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., (1996), *Citizen science: A Lab Tradition*, in «Living Bird», 15: 7-15.
- CREA – Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'economia Agraria Centro di ricerca Politiche e Bio-economia (2021), *Annuario dell'agricoltura italiana*, vol. LXXIII, CREA, ROMA.
- Crucitti P. (2016), *Citizen Science. Fare scienza in modo partecipato. Principi, esempi e prospettive di un fenomeno in crescita costante*, in «Scienze e Ricerche», 32(1).
- European Commission (2020), *Farm to Fork Strategy. For a fair, healthy and environmentally friendly food system: f2f\_action-plan\_2020\_strategy-info\_en.pdf* (europa.eu).
- European Commission (2021), *Food Safety*, Sito Ufficiale Commissione Europea – Directorate General for Communication - European Parliament.
- FAO – Food and Agriculture Organization (2011), *One Health: Food and Agriculture of the United Nations Strategic Action Plan*, FAO, Rome.
- FAO – Food and Agriculture Organization (2014), *Building a Common Vision for Sustainable Food and Agriculture. Principles and Approaches*, FAO, Rome.
- FAO – Food and Agriculture Organization (2021), *The State of Food and Agriculture (SOFA) 2021. Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses*, FAO, Rome.
- FAO – Food and Agriculture Organization (2022), *Codex and the Sustainable Development Goals*. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sdgs/en/>.
- Haklay M., (2012), *Citizen Science and Volunteered Geographic Information – overview and typology of participation*, in *Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information in Theory and Practice*, in Sui D. Z., Elwood S., Goodchild M. (Eds.), Springer, Berlin.
- Herrero M., Thornton P.K., Mason-D'Croz D., Palmer J., Bodirsky B.L., Pradhan P. et al. (2020), *Articulating the effect of food systems innovation on the Sustainable Development Goals*, in «The Lancet Planetary Health», 5(1): e50-e62.
- Horton R., (2020), *Covid-19 is not a pandemic*, «The Lancet», 396: 10255-p874.
- Irwin A., (1995), *Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development*, Routledge, London.
- Kuhn Th., (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago University Press, Chicago.
- Kuhn Th., (1969), *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi, Torino.
- Lazarsfeld P.F. (1967), *Metodologia e ricerca sociologica*, il Mulino, Bologna.
- Loboguerrero A.M., Campbell B.M., Cooper P.J.M., Hansen J.W., Rosenstock T., Wollenberg E. (2019), *Food and earth systems: Priorities for climate change adaptation and mitigation for agriculture and food systems*, in «Sustainability», 11: 1372-98.

- Nocenzi M. (2019) (a cura di), *Verso una società sostenibile. (Non) umani, reti, città e la sfida del cambiamento*, La Nuova Cultura, Roma.
- Science Communication Unit, University of the West of England, Bristol, (2013), *Science for Environment Policy In-depth Report: Environmental Citizen Science*, Report produced for the European Commission DG Environment: <http://ec.europa.eu/science-environment-policy>.
- Singer M., Snipes Ch. (1992), *Generations of Suffering: Experiences of a Treatment Program for Substance Abuse During Pregnancy*, in «Journal of Health Care for the poor and underserved», 3 (1): 222-34.

