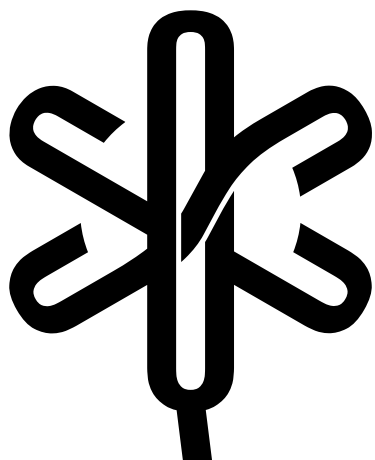




QUADERNI DI  
COMUNICAZIONE  
SCIENTIFICA

Rosenberg & Sellier

2/2022



QUADERNI DI  
COMUNICAZIONE  
SCIENTIFICA

ISSN 2785-3918

DIREZIONE

Sveva Avveduto  
Silvia Mattoni

COMITATO SCIENTIFICO

Maria Carmela Agodi  
Enrica Battifoglia  
Silvia Benvenuti  
Andrea Bettini  
Michele Emmer  
Franco Ferrarotti  
Paola Govoni  
Lella Mazzoli  
Giorgio Pacifici  
Mario Paolucci  
Telmo Pievani  
Lorenzo Pinna  
Nico Pitrelli

COMITATO EDITORIALE

Sveva Avveduto  
Silvio Ceccucci  
Fabio Chiarello  
Barbara Dragoni  
Silvia Mattoni  
Roberto Natalini  
Armida Torreggiani

COMITATO DI REDAZIONE

Arcangelo Cappelloni  
Luciano Celi  
Cristiana Crescimbene  
Sergio Mazza  
Silvia Perrella  
Patrizia Principessa

# QUADERNI DI COMUNICAZIONE SCIENTIFICA

2/2022

- 5 Presentazione della rivista  
*Sveva Avveduto, Silvia Mattoni*

## RIFLESSIONI E COMMENTI

- 9 A cosa servono i divulgatori scientifici  
*Barbara Gallavotti*
- 19 Le collaborazioni scientifiche con i russi durante la guerra: un problema difficile  
*Elisabetta Strickland*

## ARTICOLI SCIENTIFICI

- 25 Lo storytelling nei percorsi didattici sulla crisi climatica  
*Daniele Gouthier, Cecilia Collà Ruvolo, Salvatore Fruguglietti*

## PROGETTI

- 41 Il progetto ENGIE e le sue strategie per incoraggiare lo studio delle Scienze della Terra tra le nuove generazioni  
*Silvia Giuliani, Luca Giorgio Bellucci, Renata Łapińska-Viola, Armida Torreggiani*
- 51 La sfida del *public engagement*: dalla teoria alla pratica. Riflessioni dal progetto NEWSERA H2020  
*Maria Angela Citarella, Paolo Giardullo*
- 63 “Più URP” al CNR. Progetto di sviluppo della nuova Unità Relazioni con il Pubblico 2.0  
*Silvia Mattoni, Sergio Mazza, Barbara Dragoni e working group sviluppo tecnico-informatico*

- 75 La Ludoteca del Registro. it  
*Giorgia Bassi, Beatrice Lami*
- 83 Progettazione di pillole di scienza per la divulgazione delle problematiche e delle opportunità di risoluzione nella contaminazione di suoli ed acque di falda: il caso dei solventi clorurati  
*Simona Giugliano*
- 95 Ricercatori al museo. Il progetto MEKE tra ricerca e pratica di *public engagement* al Museo Nazionale Scienza e Tecnologia “Leonardo da Vinci”  
*Sara Calcagnini, Sofia Florio, Giuseppe Pellegrini, Stefania Piquereddu, Andrea Rubin, Fabrizio Stavola*
- 109 Contributo al femminile all’educazione tecnica e scientifica per le materie STEM. Fare rete tra scienziate/i, enti, università, associazioni, media e portatori d’interesse  
*Mila D’Angelantonio, Sveva Avveduto, Ludovica Azzali, Francesca Baroni, Anna Flavia Bianchi, Alan Borsari, Roberto Camporesi, Patrizia Colella, Paola De Nuntiis, Paola Govoni, Michele Ferrari, Olivia Levrini, Giorgio Lulli, Cristina Mangia, Carmela Palazzolo, Giuliana Rubbia, Laura Venturi, Margherita Venturi, Mariangela Ravaoli*
- 123 Il percorso come sostanza progettuale. Dalla percezione alla costruzione  
*Valerio De Caro*

## CASE HISTORIES

- 141 “Gocce schizzinose: come cambiano le amicizie tra gocce e superfici”. Un laboratorio interattivo modulabile  
*Eva Santini, Fabrizio Valenza, Francesca Cirisano, Francesco Mocellin, Giovanna Canu*
- 153 IMM-Catania: la nostra Notte  
*Simona Boninelli, Maria Miritello*
- 163 Minecraft-BetterGeo agli eventi per il pubblico e la scuola: incontro tra teenager, bambini e geologia attraverso il gaming  
*Luca Giorgio Bellucci, Renata Łapińska-Viola, Silvia Giuliana, Armida Torreggiani*
- 173 Le diverse declinazioni della matematica per lo sviluppo dell’intelligenza artificiale nei seminari “AIM (Artificial Intelligence and Mathematics) - Fundamentals and beyond”. Il ciclo di seminari dell’Istituto per le Applicazioni



del Calcolo (IAC) “Mauro Picone” del CNR e la loro promozione attraverso i social network

*Italia De Feis, Stefania Giuffrida, Flavio Lombardi*

189 BIO Open Lab: la sfida di comunicare un’infrastruttura di ricerca distribuita  
*Marco Quaglia*

197 Tutti in musica. Quando musica, gioco e scienza si incontrano  
*Fabio Chiarello, Silvia Mattoni*

207 “Agenda sapiens 2030” al Museo Civico di Montebelluna. Scienze e archeologia per spiegare gli Obiettivi dell’Agenda 2030  
*Emanuela Gilli, Giorgio Vaccari*

221 Acli toscane al futuro: una riflessione sui giovani NEET in Toscana  
*Grazia Ambrosino*

233 Comunicare la ricerca ambientale e climatica attraverso le biografie di “scienziati visionarie”  
*Cristina Mangia, Sabrina Presto*

245 Comunicazione green o comunicazione e greenwashing? La comunicazione delle multinazionali energetiche  
*Luciano Celi*

265 Le mostre interattive del CNR: “Artico” e “Aquae”. I cambiamenti climatici e il futuro del sistema terra: dagli oceani al Polo Nord  
*Francesca Messina, Daniela Gaggero, Filippo Sozzi*

## RECENSIONI

279 *Scienza, politica e società: l’approccio post-normale in teoria e nelle pratiche*, a cura di Alba L’Astorina, Cristina Mangia, Roma, CNR Edizioni (“Scienziati in affanno?”, vol. 1), 2022  
*Laura Criscuolo*

283 *Elenco degli autori*



## Presentazione della rivista

*Sveva Avveduto, Silvia Mattoni*

«Quaderni di Comunicazione Scientifica» è una rivista di informazione e divulgazione che si propone di valorizzare e accrescere la massa critica di conoscenze, stimolando l'interesse e l'attenzione per le questioni di scienza sia degli studiosi sia di un pubblico attento e partecipe.

«Quaderni di Comunicazione Scientifica» invita a raccontare il proprio lavoro facendo della comunicazione/divulgazione uno strumento essenziale di conoscenza anche per diffondere la consapevolezza del valore del pensare scientifico e dell'atteggiamento razionale di fronte ai problemi.

La comunicazione pubblica per il suo stile più leggero e comprensibile, poi, può contribuire al dibattito, superando le barriere che separano ambiti disciplinari diversi e rispondere in maniera più soddisfacente alle necessità di chiarezza e comprensibilità da parte del pubblico, riuscendo anche a soddisfare quanto disposto dalle norme sull'accesso e sulla trasparenza che si sono succedute dagli anni '90 ad oggi.

La struttura del volume prevede le seguenti specifiche sezioni: "Riflessioni e commenti"; "Articoli scientifici" (contributi teorici, ricerche empiriche); "Case histories" (eventi, iniziative, festival scientifici, mostre, ecc.); "Progetti" (campagne di comunicazione, esperienze pratiche, ecc.); "Recensioni".

La rivista ha carattere multidisciplinare e alterna numeri monografici a collettanee per meglio rispondere alle esigenze informative del pubblico di riferimento. Ha periodicità semestrale ed esce a dicembre e a giugno di ogni anno.



## RIFLESSIONI E COMMENTI

### *Premessa*

Con questo numero della rivista inauguriamo una nuova sezione dedicata all'approfondimento di aspetti di comunicazione efficace legati a temi di attualità, letti come sempre sotto la lente della comunicazione scientifica. Riteniamo infatti che la nostra rivista, pur concentrandosi più specificatamente su tematiche legate alla ricerca scientifica, debba al pari considerare i cambiamenti attualmente in atto e su più fronti che vanno comunque ad impattare sia sulla ricerca sia sulle attività di comunicazione in senso lato. Elisabetta Strickland e Barbara Gallavotti danno l'avvio a questa nuova sezione con due contributi di spessore.



# A cosa servono i divulgatori scientifici<sup>1</sup>

*Barbara Gallavotti*

Scrittrice e divulgatrice scientifica

La domanda “a cosa servono i divulgatori scientifici” non è peregrina: è una domanda che almeno fino a prima della pandemia sembrava porsi regolarmente e trovare in genere la risposta sbagliata, almeno dal mio punto di vista. I divulgatori scientifici parevano quasi essere la figura professionale alla quale ricorrere quando non era possibile, o non era opportuno, rivolgersi direttamente a un ricercatore. La mia convinzione è che non sia così, perché si tratta di una figura diversa. Ma intanto consideriamo la premessa fondamentale, cioè la necessità che il grande pubblico sia al corrente di ciò che avviene nella ricerca, delle conoscenze acquisite più importanti, del cosa voglia dire avere acquisito delle conoscenze, di ciò a cui si lavora nei laboratori più avanzati, dei risultati che si vogliono raggiungere, dei successi o anche dei fallimenti.

Perché è necessario conoscere tutto questo per un cittadino che possiamo definire “non addetto ai lavori”? Perché quello che avviene in quei laboratori ha un effetto sulla nostra esistenza e riguarda anche temi sui quali tutti siamo chiamati a decidere. L'epidemia di Covid ci ha fornito un esempio chiaro e tangibile. Tutti noi, individualmente, siamo stati chiamati a decidere se fare uso o meno del più avanzato strumento di biotecnologia degli ultimi anni, i vaccini a RNA. Tutti noi come cittadini non solo abbiamo deciso ma lo abbiamo fatto nel momento in cui ciò che era in ballo non era solo la nostra salute individuale, ma la possibilità della nostra comunità di uscire da una emergenza anche economica.

Vivere in una democrazia occidentale ci permette di scegliere, ma ci obbliga anche a farlo. Quindi dobbiamo avere a disposizione gli strumenti culturali necessari. Soprattutto ora, perché se affrontare il Covid-19 è stato molto difficile, la scelta se vaccinarsi o meno era tutto sommato facile: dalla ricerca veniva una indicazione molto chiara sul fatto che sebbene nulla di ciò che facciamo sia

<sup>1</sup> Inedito elaborato a partire dalla presentazione “A cosa servono i divulgatori scientifici” tenuta presso l'Associazione Per il Progresso del Paese il 23 maggio 2022.

a rischio zero, nel caso specifico i rischi del non vaccinarsi superavano incomparabilmente quelli irrisori del vaccinarsi. In futuro però ci aspettano sfide ben più complesse: dovremo decidere come cittadini cosa vogliamo e possiamo fare per contenere i cambiamenti climatici.

Contenere i cambiamenti climatici è una necessità assoluta. Come farlo però richiede un bilanciamento costi benefici raffinato e decisioni difficili, perché non c'è una via chiara da percorrere. Rinunciamo ai combustibili fossili? Certo dobbiamo farlo. Ma a beneficio delle rinnovabili? Qui già si pongono moltissime domande. Fino a che punto possiamo contare sul miglioramento tecnologico delle batterie necessarie a rendere fruibile l'energia rinnovabile, come smaltiremo efficacemente i pannelli solari, come concilieremo l'eolico con l'impatto paesaggistico, conviene prendere in considerazione il nucleare? Solo su questa domanda si apre un altro capitolo enorme. Quale nucleare? Magari quello di quarta generazione? Magari piccole centrali? E ancora: il sequestro di anidride carbonica, cioè l'idea di sottrarre anidride carbonica all'atmosfera, fino a che punto è percorribile? Mi fermo qui ma i punti interrogativi potrebbero continuare per pagine.

Allora ecco che quello che succede nel mondo della ricerca ci interessa perché è divertente, è stimolante (a tutti piace vedere la foto di un buco nero), ed è utile, ma anche perché non possiamo fare a meno di interessarcene. Infatti, se i ricercatori sono gli unici a poter stabilire la validità di una scoperta scientifica, l'uso possibile di questa scoperta e delle tecnologie che ne derivano è una responsabilità di tutti i cittadini. Nelle democrazie almeno. Per questo gli anglosassoni hanno coniato l'espressione "cittadinanza scientifica".

Cosa è la cittadinanza scientifica? Possiamo dargli tutte le sfumature di significato che vogliamo, con alcune non sono neanche del tutto d'accordo, ma in sostanza conferire cittadinanza scientifica significa rendere i cittadini in grado di partecipare alle decisioni pubbliche che coinvolgono temi di ricerca. Anche esprimendosi negativamente, anche rinunciando ai benefici offerti da una tecnologia, ma sempre in modo consapevole.

Un'ultima riflessione sul ruolo che la ricerca svolge nell'avanzamento di un Paese. Chi segue ciò che avviene nel mondo scientifico sa bene che l'invasione dell'Ucraina ha profondamente sconvolto il mondo della ricerca. Il CERN di Ginevra ad esempio è il centro dedicato alla ricerca in fisica di base che venne costituito dopo la fine della Seconda Guerra Mondiale, con l'obiettivo non solo di essere un centro di eccellenza, ma anche un luogo di collaborazione, un porto franco nel quale i fisici potessero lavorare fianco a fianco per rispondere a grandi



domande sul funzionamento dell'Universo, indipendentemente dai dissidi che avrebbero potuto dividere i Paesi d'origine. Al CERN dopo la Seconda Guerra Mondiale hanno lavorato insieme tedeschi, italiani, francesi e poi russi e americani, nonostante il gelo che calava lungo la Cortina di ferro. E poi, nei laboratori, negli uffici e nella leggendaria caffetteria, negli anni hanno continuato a discutere di temi scientifici e a collaborare israeliani, iraniani, palestinesi, pachistani, indiani e così via. Ebbene, nel 2022 per la prima volta i vertici del CERN si sono trovati a doversi chiedere se fosse il caso di sospendere la collaborazione con gli scienziati russi, così come già deciso dai vertici scientifici di Paesi quali la Germania. Una decisione estremamente difficile, anche perché dopo decenni di collaborazione, nei quali sono stati costruiti grandi apparati in maniera congiunta, una separazione implicherebbe una vera e propria amputazione. La decisione è in divenire e dipende dallo svolgersi del conflitto in corso. Comunque sia, la guerra nell'Est dell'Europa ha avuto ripercussioni in ambito scientifico. Allora ci dobbiamo chiedere perché sia sorta questa preoccupazione di estendere quelle che potremmo definire sanzioni anche all'ambiente scientifico? Per solidarietà con i ricercatori ucraini, molti dei quali come riportato più volte dalla rivista «Science» si sono trovati a lasciare i laboratori direttamente per andare a combattere? Sicuramente sì. Forse per dare un segnale simbolico, meno oneroso che rinunciare a forniture fondamentali? Purtroppo sì. Ma forse anche perché davvero siamo consapevoli che la competitività di una nazione, il benessere dei suoi cittadini, sia in termini di salute che di economia, dipende dall'avanzamento tecnologico che a sua volta discende dalla conoscenza scientifica. Colpire la ricerca, cosa molto triste anche solo a dirsi, vuol dire impedirle di raggiungere dei traguardi a beneficio di tutti ma non solo: vuol dire anche indebolire quel sistema educativo che forma nuove generazioni di persone estremamente preparate e competenti molte delle quali destinate a trovare impiego in campi diversi, inclusa l'economia, dando così una spinta fondamentale al progresso del Paese in cui lavorano.

Dunque, le società avanzate hanno bisogno di cultura scientifica. Ma cosa è la cultura? In generale a me piace pensare la cultura come un ecosistema complesso, ed evitare la divisione fra cultura classica e cultura scientifica. La cultura è una, e se proprio vogliamo fare divisioni dobbiamo farlo prendendo atto che è impossibile per un essere umano muoversi agevolmente su molti argomenti culturali, anche all'interno del campo umanistico oltre che in quello scientifico. Quindi più che per settori umanistico e scientifico dovremmo dividere per competenze, e accettare ad esempio che persino un climatologo e un fisico

delle particelle, che alle persone non specializzate potrebbero apparire contigue, si occupano in realtà di questioni sostanzialmente diverse e dunque hanno competenze differenti. Ma chiudiamo uno dei nostri due occhi, e osserviamo solo quella parte dell'ecosistema cultura che rappresenta la cultura scientifica. Mi piace immaginarlo come una foresta pluviale. Ci sono i grandi alberi, quelli senza i quali l'intero ecosistema crollerebbe in brevissimo tempo: sono il sistema scolastico, che fa da base a tutto. Ci sono alberi da frutto: sono la ricerca scientifica, che produce i risultati che alimentano parte dell'ecosistema, ma sono anche forse gli alberi più belli e profumati. Ma poi ci sono innumerevoli altre nicchie ecologiche, diverse delle quali occupate dal parlare di scienza e dal raccontarla, ognuna con la sua specificità. La televisione ad esempio: resto convinta che niente abbia il potere di racconto della televisione, che infatti resta il singolo mezzo in grado di raggiungere più persone. Certo globalmente oggi ci sono più persone in rete che di fronte a qualsiasi altra emittente, ma non esiste un luogo virtuale capace di catalizzare l'attenzione di milioni di spettatori per ore. Lasciamo ovviamente da parte canali a richiesta come Netflix i quali però a mio avviso vanno sempre considerati come televisione. Il segreto della televisione è la sua capacità di emozionare, coinvolgere, svelare cose invisibili, o per la distanza o per le dimensioni. Ma ha dei limiti: non riesce a raccontare bene ciò che non si presta alle immagini, e non consente di tornare indietro e riascoltare, o comunque non viene naturale farlo anche quando è possibile. Se si vogliono fare riflessioni di ampio respiro, approfondire, andare nei dettagli, è più adatto un libro. Ma un libro è per pochi. E se si vuole aggiornare o magari essere precisi e affilati, forse lo strumento migliore è un articolo di giornale, ma deve essere breve. I musei della scienza hanno lo straordinario privilegio di poter mostrare ai visitatori gli oggetti: gli oggetti reali, che trasmettono un fascino straordinario. E se si tratta di musei interattivi, si possono proporre ai visitatori semplici attività che consentono di comprendere i fenomeni. E magari si possono coinvolgere gruppi di visitatori in esperimenti anche complessi, in laboratori attrezzati, facendo così vivere loro una vera attività scientifica. Ora è chiaro che svolgere un esperimento con le proprie mani lascia una traccia più profonda che guardare un video. Però appunto un video può essere visto da milioni di persone, i musei accolgono gruppi decisamente più piccoli, ma con continuità, ogni giorno dell'anno. L'effetto è più profondo, ma il costo per persona raggiunta molto più alto. E poi ci sono gli eventi che coinvolgono ricercatori e anche questi sono straordinariamente efficaci perché danno al pubblico la possibilità di dialogare

direttamente con gli esperti, spolpare letteralmente l'argomento. Ma ancora di più, sono per pochi.

Quindi, tornando all'ecosistema, è chiaro che ogni mezzo di comunicazione ha un ruolo unico e insostituibile. Ed è chiaro che quindi in un ecosistema sano tutte le nicchie ecologiche, tutti i canali di comunicazione, devono esserci, essere in buona salute e in simbiosi. Altrimenti l'ecosistema si indebolisce, e poi muore. Lascio a chi legge giudicare lo stato abitativo delle nostre diverse nicchie in Italia, quale sia florida e quale sofferente.

E ora veniamo al ruolo del divulgatore scientifico, o della divulgatrice. In tutte queste nicchie ecologiche, la divulgazione ha un ruolo, evidentemente. Lo ha perché in tutti i casi c'è una narrazione. Una narrazione che di volta in volta usa esclusivamente parole, oppure immagini, oppure oggetti, oppure è corale ad esempio in un evento. Persino negli incontri con gli scienziati, spesso è utile qualcuno che guidi la discussione secondo uno svolgimento logico. Ma perché una divulgatrice o un divulgatore, che molte volte è o è anche giornalista? Perché non direttamente un ricercatore o ricercatrice, se è disponibile? Questa domanda, fra tutti i campi della comunicazione, si pone stranamente solo per la divulgazione o giornalismo scientifico. Nessuno si chiede perché un autore teatrale o un regista o un attore, non possa essere anche il critico che commenta l'opera in cui è coinvolto. Nessuno si chiede perché un politico non possa essere anche il giornalista che racconta la politica, estremizzando perché l'assassino non possa fare il cronista del proprio caso giudiziario, e soprattutto perché il calcio non possa essere raccontato solo da calciatori e allenatori. Perché occorra un giornalista sportivo che conosca e ami il gioco, ma non giochi in nessuna squadra: sieda in tribuna, luogo da dove si ha una ottima vista su tutto ciò che avviene in campo, ma si trova fisicamente dalla parte degli spettatori. Ecco, i giornalisti scientifici e i divulgatori sono per la scienza ciò che i giornalisti sportivi sono per il calcio. Nella fattispecie, i divulgatori hanno in genere una visione meno profonda sui singoli temi, ma molto più interdisciplinare. Proprio perché parte integrante del nostro lavoro è tenerci aggiornati, dedicando anche diverse ore al giorno a seguire la letteratura scientifica. Inoltre non siamo coinvolti in nessuna ricerca, e siamo abituati a evidenziare sistematicamente il chiaro confine fra ciò che è acquisito e condiviso e le ipotesi, cosa che gli scienziati non fanno in automatico perché semplicemente sono abituati a rivolgersi a una comunità che quel limite lo conosce, e non ha bisogno che venga specificato.

In tutto ciò ovviamente è fondamentale non perdere di vista il fine ultimo del nostro lavoro. Il fine ultimo, si diceva è informare il pubblico, perché se andiamo

all'essenziale è questo che fa il divulgatore o la divulgatrice scientifica: informa. Non insegna. Nella metafora dell'ecosistema, la scuola ha un ruolo proprio e ben distinto: è rappresentata dai grandi alberi che sostengono la foresta. Naturalmente è inutile essere rigidi, è ovvio che alcuni trucchi del mestiere per catturare l'attenzione tipici dei divulgatori li usano anche i bravi insegnanti, ma anche i bravi attori del resto, gli oratori e molti altri. Ma c'è una differenza fondamentale. La scuola è obbligatoria, fino a un certo punto per legge, più tardi lo diviene per scelta, e il percorso scolastico deve essere seguito da tutti. Guardare un programma di divulgazione o leggere un libro o visitare un museo non è obbligatorio. Noi il pubblico dobbiamo conquistarcelo, convincerlo che valga la pena dedicare il proprio tempo libero a curiosare nella ricerca. Si fa con le uvette. Questa è la seconda lezione, di tante che ho ricevuto da Piero Angela, che è colui che ha permesso a generazioni di italiani di appassionarsi alla ricerca. La divulgazione alta, quella che vale la pena praticare, ha sì bisogno di una buona platea: per motivi noti e che comunque sarebbe lungo approfondire qui, mira a rivolgersi a un pubblico più ampio possibile, ma non è disposta a rinunciare o anche solo annacquare il messaggio culturale per ottenere preferenze. E allora come si fa, quando si ritiene importante parlare di qualcosa di complesso, a garantirsi comunque sufficiente attenzione? Disseminando il racconto di curiosità e informazioni accattivanti. Appunto le uvette, dice Piero Angela. Che con la loro presenza rendono gustoso l'impasto del panettone, che appunto da solo sarebbe un po' stopposo... E forse non è inutile ricordare qui quello che considero essere il primo degli insegnamenti di Piero Angela: il rispetto per il pubblico. La consapevolezza che si è di fronte a persone intelligenti e curiose anche se non competenti sul tema di cui si parla. Così come uno scienziato a meno di interessi particolari non è competente in legge, in panificazione, meccanica delle automobili o qualsiasi altro dei mille mestieri che può fare il nostro pubblico. Mi limito qui ad accennare che questo atto di volontà necessario da parte del pubblico per interessarsi alla divulgazione scientifica può essere favorito dalle "uvette" e in generale dalla capacità di intrattenimento, ma in genere impedisce di raggiungere coloro che davvero non sono interessati alla scienza o addirittura ne avversano la pratica. Questo è un altro argomento lungo e complesso che al momento non affronto.

Non è solo la difficoltà a conquistare il pubblico a dividere la divulgazione dall'insegnamento, ma proprio il fatto che lo scopo ultimo sia informare. Non è una differenza da poco, ed è un punto che è stato esaminato a fondo da chi studia la comunicazione scientifica. Gli anglosassoni hanno chiamato "deficit

model”, cioè modello basato su una mancanza, la rappresentazione che dipinge la società come composta prevalentemente da incompetenti e per questo portata a prendere le decisioni sbagliate. Secondo questa vecchia teoria, basterebbe insegnare agli incompetenti almeno i concetti di base, per ottenere una società di persone finalmente in grado di esprimersi correttamente nelle decisioni che implicano conoscenze scientifiche. E correttamente significa “in accordo con gli scienziati”. Ora così, confondendo insegnamento e divulgazione, moltissimi ricercatori si sono gettati con grande entusiasmo ed energia nello sforzo di colmare questo deficit, approfondendo anche grandissimo talento. Ma l’opposizione ai vaccini è cresciuta, così come moltissimi atteggiamenti antiscientifici. Ci si è dovuti rendere conto che fiducia e conoscenza non vanno insieme. Del resto lo abbiamo sempre saputo: molte persone analfabete seguono ogni indicazione del loro medico mentre molte persone con un alto livello di istruzione rifiutano la medicina, magari si rivolgono a pratiche assolutamente non scientifiche. Perché dietro l’opposizione spesso si nascondono motivazioni irrazionali, paure invincibili, bisogno di appartenere ai gruppi. Il divulgatore o la divulgatrice scientifica, lo dicevo prima, sono come i cronisti sportivi: siedono dalla parte del pubblico, ne colgono i sentimenti, sono loro stessi parte del pubblico. Sono attori di uno spettacolo con molti protagonisti, scienziati, politici, cittadini, religiosi, e così via. Lo spettacolo, rappresenta la nostra storia di società.

Eppure continuiamo a ripeterci che “sono le voci non esperte a creare opposizione alla scienza”. E quindi se fosse loro impedito di parlare, la mente delle persone non si confonderebbe. A parte che in un mondo dove esiste Internet tutti possono trovare modo di affermare le proprie opinioni, in ogni caso non è esattamente così. Il confine fra esperti e non esperti è come quello fra il mare e la terra: c’è una ampia zona umida in mezzo. Chi è esperto? Nella scienza gli scienziati. Quali scienziati? Prendiamo casi estremi. Possiamo negare la qualifica di esperto a un premio Nobel che si esprime contro i vaccini? Possiamo avere qualche dubbio quando un altro premio Nobel racconta di aver incontrato un extraterrestre in forma di un procione fosforescente, solo magari perché aveva ammesso una certa inclinazione per gli allucinogeni? Il Premio Nobel è una fabbrica di eroi: seleziona figure eccezionali e le indica alla società come modelli. A ogni prima settimana di ottobre, mentre a Stoccolma si susseguono gli annunci, tutti noi divulgatori e divulgatrici siamo in fermento, pronti a partecipare a una celebrazione alla quale attribuiamo una sostanziale utilità etica e sociale. È difficile fabbricare eroi e poi decostruirli, quando dimostrano di non essere tali, ma di essere persone con pregi e difetti in assortimento variabile a secon-

da dei casi singoli. Eppure dobbiamo farlo, perché occorre sempre ricordare al pubblico che ciò che conta nella comunità scientifica è l'opinione condivisa dei ricercatori, basata su un complesso e affidabile sistema di prove e verifiche. Quindi persino un eroe, se si esprime contro il parere condiviso senza essere in grado di portare prove sperimentali delle sue ipotesi, non può essere considerato affidabile.

Non è una cosa facile da raccontare. È un concetto complesso, tutti noi esseri umani vorremmo delle soluzioni semplici per leggere il mondo, ci siamo evoluti per questo: per prendere decisioni veloci così da affrontare un ambiente ostile. Una capacità utilissima se si tratta di sfuggire a un predatore, di ostacolo in un mondo come il nostro. Eppure, alla sfida della complessità non possiamo sottrarci, nel caso della scelta delle fonti come in innumerevoli altri. Quando mi chiedono che cosa vorrei davvero riuscire a comunicare al pubblico la mia risposta è: vorrei contribuire a convincere le persone del fatto che non esistono soluzioni semplici ai problemi complessi. Non esiste una soluzione semplice al problema di affrontare una pandemia, e le indicazioni della medicina devono bilanciarsi con le esigenze dell'economia, dell'istruzione, della democrazia (in alcuni Paesi il problema del dibattito su come far rispettare le regole decise per affrontare il Covid non si è mai posto, da noi sì, per fortuna) e di molto altro.

Ma preso atto che non basta un ruolo o una etichetta per capire a chi rivolgersi, esiste una guida per aiutare a identificare le persone giuste, quando accade in emergenza che ci sia la necessità di parlare di un tema scientifico? In realtà chi fa divulgazione non dovrebbe averne bisogno: ognuno di noi ha una lista di contatti che è quello che un pennello è per un pittore, il nostro strumento più importante. Ma non è sempre così, a volte manca il contatto giusto. Esiste poi una posizione purista secondo la quale dei temi scientifici dovrebbero parlare solo i giornalisti scientifici. Non sono d'accordo. Quando la ricerca si fa cronaca, ma anche economia o altro, è utopistico e comunque impensabile che siano solo i giornalisti scientifici a toccarla. Certo, in un mondo ideale ci sono solo redazioni dinamiche e numerose, il tempo non è mai un problema e quindi se un giornalista deve scrivere di temi che toccano anche solo tangenzialmente la ricerca può sempre confrontarsi con il collega specializzato che o risponde direttamente o sa chi chiedere. Però nella realtà le redazioni sono in sofferenza e il tempo per produrre un testo o un servizio è sempre troppo poco. La soluzione è creare strumenti. Come il Science Media Centre, cioè centro sulla scienza a disposizione dei mezzi di comunicazione.

Il Science Media Centre è uno strumento pensato per i mezzi di comunicazio-



ne ma attenzione utilissimo anche ai cittadini, a mio avviso. Esiste in diversi Paesi, il primo è stato stabilito nel 2002 nel Regno Unito, a seguito di un rapporto su scienza e società voluto dalla Camera dei Lord che aveva sottolineato la necessità di una comunicazione maggiormente in grado di fronteggiare gli attacchi ideologici alla ricerca, come quelli che si verificano nel caso dell'utilizzo di tecnologie controverse (l'esempio allora riguardava l'uso di coltivazioni geneticamente modificate). Questo Centro, guidato da un giornalista, agisce fondamentalmente come snodo fra il mondo scientifico e i mezzi di comunicazione. Provvede ad esempio materiale scientificamente molto accurato e fornisce una lista di esperti che i giornalisti possono contattare per domande. Non è poco. Si tratta di una organizzazione a scopo filantropico, con oltre 100 enti finanziatori che vanno dal governo, alle università, a enti di ricerca, associazioni di pazienti, industrie farmaceutiche e così via. Si tratta dunque di un organismo finanziato, molto bene, da organizzazioni che hanno un chiaro interesse nell'orientare l'opinione della società, organizzazioni pubbliche come le università ma anche privati, ed è naturale che sia così: per fare cose di qualità ci vogliono fondi e professionisti qualificati, anche nella cultura. Questo ha sollevato polemiche sulla indipendenza del Centro. Ma c'è un punto fondamentale da chiarire: l'onestà intellettuale è qualcosa che si sente, traspare e paga. Quindi nel complesso non sembrano esserci dubbi sul fatto che i benefici della sua esistenza superino largamente le possibili perplessità ed è stato un attore utilissimo durante il Covid, ma anche prima del Covid, e continua ad esserlo oggi con i casi di epatiti nei bambini, di vaiolo delle scimmie eccetera. È una nicchia ecologica, poco visibile ma molto importante, credo, in un ecosistema culturale sano. Tant'è, che il modello è stato replicato in diversi Paesi, come Giappone, Canada e Germania. E in Italia? La nicchia è vuota. Devo ammettere che alla fine del mio incarico come responsabile della comunicazione per l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, avevo cominciato a pensare di promuovere l'idea di un centro per la scienza e i media in Italia, pensandolo proprio su modello britannico. Non ho mai smesso del tutto di pensarci. Solo che con gli anni mi sono convinta che il modello anglosassone non faccia per noi. Per le nostre specifiche esigenze è troppo istituzionale, può essere percepito come troppo legato al mondo politico, è troppo strutturato e costoso. Rischierebbe l'inefficienza. E poi perché minimizzare l'interlocuzione diretta con il pubblico e non invece incrementarla? Abbiamo bisogno di qualcosa di agile, molto indipendente, e che sia circondato dalla fiducia, direi quasi dall'affetto delle persone e al quale si rivolgano non solo i giornalisti ma anche il pubblico generico (quello non già polarizzato su temi antiscientifici), quando

ha bisogno di informazioni che ritiene affidabili. Cosa e chi è circondato dalla fiducia e dall'affetto delle persone? Lo sono le istituzioni e gli individui che sono percepiti come attori culturali importanti, ma senza interessi forti se non quelli della collettività.

Penso in particolare ad alcune Accademie che godono di grande prestigio, anche se una sfida del genere richiede una strutturazione specifica. Affetto, fiducia e prestigio sono anche ciò che circonda i musei della scienza. In effetti nei due anni in cui sono stata consigliere per la divulgazione scientifica al Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci a Milano, con il suo direttore Fiorenzo Galli abbiamo più volte discusso l'urgente necessità di un polo di riferimento culturale in campo scientifico. Gli elementi che servono sono due: la fiducia da parte della società, ma anche il riconoscimento da parte della comunità scientifica del ruolo culturale di chi ambisce a divenire un riferimento. Da questo riconoscimento deriva da un lato la disponibilità a collaborare, dall'altro la possibilità di far sentire la voce di ricercatori di livello altissimo, rafforzando quindi il prestigio dell'ipotetico Centro. Ora purtroppo i miei due anni come consigliere al Museo hanno coinciso esattamente con l'epidemia di Covid, e in emergenza non si pensa bene. Però il Museo ha fra i suoi compiti istituzionali quello di interpretare la modernità e in un momento in cui l'attualità scientifica si è tradotta in emergenza quotidiana il Museo ha profuso tutti gli sforzi possibili per essere utile alla società e a fianco dei suoi visitatori abituali e non. Così il Museo ha fornito regolarmente materiale utile al pubblico per orientarsi anche nell'epidemia, che ho curato personalmente, e da parte di un museo è stato, credo, un caso unico in Italia e probabilmente in Europa. Pianificando si sarebbe potuto fare molto di più, molto meglio, ma comunque la risposta da parte del pubblico c'è stata confermando l'esistenza di un bisogno.

Può essere generalizzato e ampliato questo possibile ruolo dei musei? In Italia i musei della scienza sono pochissimi e piagati da inverosimili scarsità di finanziamenti. Da una parte abbiamo una necessità, ripeto, di un qualcosa che appaia ai giornalisti e soprattutto al pubblico come un riferimento culturale affidabile, professionale e trasparente al quale rivolgersi in caso si voglia essere informati. Dall'altra abbiamo diverse iniziative individuali pregevolissime, da quelle messe in campo ad esempio dall'Accademia dei Lincei al lavoro capillare fatto dai musei scientifici o dagli enti di ricerca, ma nessuno riesce a produrre la massa critica necessaria. La soluzione potrebbe essere l'unione di diverse forze? E si riuscirebbe a gestirne il governo? Sono grandi domande aperte. Quella che resta è la certezza della necessità di più ricchezza nel nostro ecosistema culturale.



# Le collaborazioni scientifiche con i russi durante la guerra: un problema difficile

*Elisabetta Strickland*

Dipartimento di Matematica, Università di Roma “Tor Vergata”

Le numerose manifestazioni di solidarietà con cui ha reagito la comunità scientifica internazionale a supporto di quella ucraina, a livello di singoli ricercatori ed istituzioni, è stata immediata, tangibile e, nei limiti del possibile, abbastanza efficace. Anche mediante i *social* si sono ottenuti risultati importanti, come ad esempio l'iniziativa #ScienceForUkraine partita da Twitter, che ha raccolto in pochissimo tempo migliaia di offerte di posti di lavoro per ricercatori, studenti e docenti di ogni ordine e grado, ucraini o anche solo residenti in Ucraina, quasi sempre con alloggio e con la possibilità di portare i familiari, pur dovendo lottare con la leva obbligatoria che sta rendendo difficile per gli uomini cercare rifugio in un laboratorio estero.

La situazione si complica invece sul versante russo: ci sono state, sin dai primi giorni del conflitto, azioni di boicottaggio assoluto verso la scienza russa, sia da parte di scienziati ucraini che di membri della comunità scientifica internazionale: non in modo uniforme, dato che le posizioni si sono divise tra chi sostiene l'interruzione immediata e radicale di qualunque forma di collaborazione e chi invece pone l'accento sulla necessità di neutralità. Questa divisione è stata inevitabile, dato che molti ricercatori russi si sono opposti a quella che i russi hanno definito “operazione speciale”, fin dalle prime ore e nel farlo hanno messo a repentaglio la propria vita, nonché la loro carriera accademica. Hanno fatto di conseguenza sentire la loro voce scrivendo una lettera, datata 26 febbraio e firmata da ben cinquemila ricercatori e giornalisti scientifici russi (85 dei quali membri dell'Accademia russa delle scienze), in cui hanno dichiarato la loro «forte opposizione alle ostilità lanciate dalla Russia contro il popolo ucraino», ribadendo l'assenza totale di qualunque giustificazione per l'attacco russo. La lettera è stata prontamente censurata dal regime di Putin, ma è circolata egualmente come pdf e fatta girare nella comunità accademica internazionale.

L'Accademia delle Scienze detta dei XL in Italia ha rilasciato alla stampa il seguente commento: «Una politica di esclusione degli scienziati russi è deleteria

per noi e per la scienza, vista l'elevatissima preparazione dei russi in moltissime materie. Noi a livello di singoli studiosi dobbiamo mantenere i contatti con loro, ma è importante che si cerchi un coordinamento a livello nazionale».

Il Presidente del Consiglio Mario Draghi ha esplicitamente richiesto una azione concreta al Ministero dell'Università, che, nella persona della Ministra Maria Cristina Messa, ha prontamente reagito aprendo le porte ai colleghi russi dissidenti con il regime di Putin e attivando la mail [helpforacademics@mur.gov.it](mailto:helpforacademics@mur.gov.it). Il Ministero ha spiegato che queste mail «saranno integrate con quelle gestite direttamente dai vari Atenei, enti e istituzioni di Alta Formazione» e che riguardano non solo russi ma anche ucraini. In più, c'è un fondo di un milione di euro che è stato stanziato proprio a sostegno dell'ospitalità. Nello specifico, il fondo andrà a finanziare incarichi di Visiting Professors e Research Fellowships, borse di studio e altre forme di ospitalità avviate nell'autonomia delle singole Istituzioni accademiche, con il coinvolgimento degli enti locali e del terzo settore.

A livello internazionale si sono avute reazioni di vario tipo. La German Research Foundation, organizzazione pubblica che finanzia progetti di ricerca, ha immediatamente congelato qualunque progetto di collaborazione con la Russia; la Gran Bretagna ha messo in atto una revisione su tutti i progetti di cooperazione esistenti e futuri, mentre l'Agenzia Spaziale Europea ha rinunciato ad almeno due missioni.

All'Unione Europea è pervenuta una richiesta da parte dei giovani scienziati ucraini di escludere la Russia da tutti i finanziamenti europei per la ricerca e l'espulsione del paese dall'European Research Council (ERC) e da altre istituzioni. L'Europa ha reagito anch'essa in maniera forte, annunciando la sospensione di Horizon Europe, da cui la Russia aveva ricavato 14 milioni di euro in 138 progetti, 74 dei quali in pieno svolgimento.

Un altro danno macroscopico è stato causato dall'interruzione del finanziamento per la realizzazione di nuove infrastrutture, in un progetto che avrebbe dovuto consentire alla scienza russa un balzo in avanti nella cooperazione scientifica con l'Europa grazie al cosiddetto Cremlinplus (Connecting Russian and European Measures for Large-scale Research Infrastructures) che doveva continuare fino al 2024, con investimenti complessivi, da parte di Horizon, di 25 milioni di euro.

Nonostante queste azioni concrete, che ovviamente sono anche molto complicate perché interrompono rapporti costruiti per decenni, ben 200 università russe si sono dichiarate pienamente d'accordo con le decisioni di Putin in una lettera postata sul sito dell'Unione russa dei Rettori il 4 marzo, in cui si ribadisce quanto sia importante e doveroso sostenere la guerra. La lettera ha provocato l'espulsione di numerose università dalla European University Association, mentre Germania,

Danimarca, Lituania, Norvegia e Olanda hanno bloccato qualunque tipo di collaborazione universitaria con gli omologhi centri russi.

Una delle reazioni più drammatiche è stata quella della International Mathematical Union (IMU), che quest'anno aveva scelto San Pietroburgo come sede del Congresso Internazionale dei Matematici (ICM), raduno di grande importanza nel mondo della matematica, perché ogni quattro anni esso si apre con la consegna delle Medaglie Fields, il premio più ambito in questo settore della scienza, pari come importanza al Nobel.

Per la prima volta dalla sua istituzione, cioè dal 1897, il Congresso, che si terrà egualmente dal 6 al 14 Luglio, è stato trasformato in un evento virtuale, costringendo la folla di aspiranti a partecipare (nelle ultime due edizioni di Seoul nel 2014 e di Rio de Janeiro nel 2018, si sono raggiunte le cinquemila presenze) ricorrendo alle piattaforme digitali. Per non far perdere la *allure* della consegna delle celebri medaglie, i quattro vincitori riceveranno l'ambito riconoscimento a Helsinki e non in Russia, alla sola presenza dei membri della Assemblea Generale dell'IMU, il 5 luglio, prima dell'apertura virtuale del Congresso, il che significa che non sarà presente la enorme platea festante proveniente da tutto il mondo radunata ai loro piedi. L'unico vantaggio di questa soluzione è che l'iscrizione al Congresso sarà gratuita.

Per sottolineare il proprio dissenso nei confronti della Russia, che peraltro ha avuto spesso vincitori tra i premiati e molti matematici tra i conferenzieri invitati al Congresso, l'Executive Committee dell'IMU ha deliberato che l'evento si terrà senza alcun contributo finanziario da parte del governo russo e che nessun rappresentante dal governo russo potrà partecipare all'organizzazione delle attività dell'ICM.

Tuttavia nei confronti degli *invited speakers* russi non è stata presa alcuna decisione penalizzante, nonostante, come ha reso noto Luigi Ambrosio, Direttore della Scuola Normale Superiore e membro dell'Executive Committee dell'IMU, abbiano dovuto resistere ad assurde pressioni volte ad escludere i colleghi russi, da parte di comunità esagitata.

Questo irrigidimento ha scatenato una reazione a catena, tanto che è stata fatta circolare una petizione firmata da 80 matematici di fama planetaria, in cui si è dichiarato che, pur condannando l'invasione russa dell'Ucraina, si è contrari alla raccomandazione da parte della European Mathematical Society (EMS) di congelare la cooperazione accademica con le istituzioni statali russe e di astenersi dall'imbastirne di nuove. Il motivo di questo dissenso è che è stato riconosciuto che i matematici russi, a causa di questa guerra, si sono trovati in una posizione molto

precaria, avendo anche perso i loro finanziamenti a causa delle sanzioni. Pertanto i numerosi firmatari della petizione ritengono che la collaborazione scientifica con loro debba continuare. A molti è sembrato che la richiesta della EMS alla resa dei conti può rendere la piaga ancor più dolorosa, senza peraltro essere efficace nel fermare la guerra.

Il CERN di Ginevra ha espresso una valutazione più cauta, pur condannando l'aggressione. Ha infatti annunciato di aver sospeso la Russia dal suo status di osservatore, di aver bloccato i progetti futuri, di aderire alle sanzioni, ma anche di voler continuare a supportare i ricercatori russi che si oppongono a Putin e di voler mandare avanti i progetti in corso che prevedono una collaborazione con la comunità scientifica russa, senza espellere gli oltre mille fisici russi che lavorano con Ginevra da laboratori di tutto il mondo.

Come il CERN, anche altri centri hanno posto l'accento sulla necessità di preservare la neutralità. Tra questi l'Unione Astronomica Internazionale, che ha esplicitamente respinto la richiesta ucraina di escludere i colleghi russi da qualunque attività, sottolineando che l'associazione è nata proprio per unire i paesi attraverso la scienza.

Decisioni di questo tipo diventano ancor più complicate in progetti quali la Stazione Spaziale Internazionale, per non parlare delle spedizioni di russi e americani per studiare gli ecosistemi dei ghiacci: basti pensare che la U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration aveva in animo di avvalersi della nave russa *Tinro* per studiare i salmoni nel Pacifico settentrionale.

Un fronte altrettanto variegato è offerto dalle riviste scientifiche, che pur avendo deciso in generale di non boicottare i lavori russi per non dividere la scienza, tuttavia in alcuni casi presentano una marcata rigidità, come nel caso del «*Journal of Molecular Structure*», del gruppo Elsevier, che ha dichiarato che non accetterà più manoscritti provenienti da ricercatori che lavorano in Russia.

Il fatto che in generale le riviste scientifiche abbiano deciso di continuare a prendere in considerazione i manoscritti che arrivano dalla Russia, fa capire che comunque si ritenga che la scienza vada considerata come una sorta di santuario, concetto che ha spiegato bene la rivista «*Nature*», affermando che «in questo momento pensiamo che boicottare i lavori russi sia più dannoso che utile, che contribuisca solo a dividere la scienza e a restringere lo scambio di conoscenza, cioè, in definitiva, a danneggiare sia l'umanità che il pianeta».

Questo atteggiamento consente di continuare a sostenere i ricercatori che cercano di lavorare pur non appoggiando Putin, in previsione di un futuro nel quale si auspica un ritorno alla collaborazione.

## ARTICOLI SCIENTIFICI



# Lo storytelling nei percorsi didattici sulla crisi climatica

Daniele Gouthier<sup>a</sup>, Cecilia Collà Ruvo<sup>b</sup>, Salvatore Fruguglietti<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Scienza Express

<sup>b</sup> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

<sup>c</sup> Le Nuvole - Città della scienza

## 1. Raccontare la scienza

*Storytelling* è «affabulazione, arte di scrivere o raccontare storie catturando l'attenzione e l'interesse del pubblico» (Treccani). A partire da Bruner, Michael F. Dahlstrom (2014) descrive le differenze tra comunicazione basata sulla narrazione e comunicazione logico-scientifica. La seconda fornisce regole generali e astratte con un certo potere predittivo, la prima verte su casi specifici, storie, aneddoti, da cui desumere le regole che hanno reso possibili quelle storie. In una comunicazione logico-scientifica il contesto sta sullo sfondo: conta l'accuratezza. In quella narrativa il contesto permette al destinatario di comprendere: conta la coerenza narrativa. La comunicazione della scienza ha come primo obiettivo il diffondere una cultura scientifica: si propone di accrescere nel pubblico la consapevolezza di cosa ricerca e scienza siano e di dargli gli strumenti per porre loro domande significative. Delle sue quattro forme principali – giornalismo, divulgazione, ricerca e insegnamento (Gouthier, 2019) – qui analizzeremo l'ultima declinandola non come trasmissione di conoscenze ma come momento per appassionare alla scienza, educare al confronto, stimolare alla partecipazione e costruire una cittadinanza scientifica il più consapevole possibile.

Le narrazioni sono un buon modo per parlare anche di scienza (Olson, 2015), ma le storie non sono dati, possono ingannare (Katz, 2013). Prima di usarle quindi occorre sempre fare alcune considerazioni etiche e avere chiari i propositi (Dahlstrom, 2012). Basandosi su studi di psicologia e di comunicazione, lo scrittore di scienza Craig Cormick (2019) riporta che una narrazione può aumentare la probabilità che le persone ricordino informazioni, ridurre i contro-argomenti, far vivere le esperienze descritte, essere più convincente dei soli dati, e aumentare il coinvolgimento dei non esperti.

Argomenti sensibili e complessi, sempre più quotidiani, intrecciano i rapporti tra scienza e società e palesano la valenza del narrare. Per parlarne non basta raccontare di quanti le vivono, spesso serve che i narratori siano *informatori di*

*prossimità*, testimoni privilegiati che fanno vivere la storia dall'interno: *storyteller* paradossalmente inconsapevoli del proprio ruolo, proiettati in un ruolo più grande dai fatti della storia. Gestione del rischio sismico e vulcanologico, nucleare e scorie, ricerche sugli esseri viventi, vaccini, procreazione assistita, OGM, azioni di tutela e sviluppo territoriale, politiche industriali, crisi climatica sono argomenti che toccano la nostra vita e i nostri territori e che necessitano di una corretta informazione per una partecipazione che garantisca una cittadinanza attiva e consapevole in una moderna società della conoscenza.

La scuola deve assumere un ruolo centrale, fornire gli strumenti per capire e parlare degli aspetti nevralgici della società della conoscenza e per costruire la *cittadinanza scientifica* (Greco, 2017; Quaranta, 2007). È luogo di confronto tra generazioni e tra lo studente e il mondo esterno alla famiglia. Indaga il vecchio, fa scoprire il nuovo e fornisce ispirazioni; fa maturare opinioni e cambiare idee e abitudini. A scuola si produce nuova conoscenza (Guidoni, 2011). Le attività didattiche possono incentivare e sostenere la partecipazione giovanile nel dibattito e nell'azione sul discorso pubblico su temi scientifici che permeano la nostra realtà sociale, economica e culturale.

Tuttavia, la rigidità di una struttura troppo formale non è sempre efficace per questi obiettivi, né adatta a coinvolgere, incoraggiare e suscitare passioni e azioni. Già dal 2000, con il *Memorandum sull'istruzione e la formazione permanente* e con il Consiglio Europeo di Lisbona, è chiaro che il «buon esito della transizione a un'economia e una società basate sulla conoscenza deve essere accompagnato da un orientamento verso l'istruzione e la formazione permanente» definita come apprendimento formale, non formale e informale.

È più facile educare a partecipazione, democrazia, dialogo, integrando contesti e tipologie di apprendimento diversi. Secondo il report *Learning Science in Informal Environments* del National Science Council, in un contesto informale la scienza suscita emozioni, interesse, coinvolgimento e motivazione (Rodari, 2009). E anche l'apprendimento di concetti e argomentazioni scientifici, la sperimentazione “con mano” e la riflessione sui processi del metodo scientifico sono facilitati. In un contesto informale, inoltre, le persone interagiscono e collaborano con linguaggio e strumenti tecnici e modificano la percezione che hanno di sé stesse come soggetti dell'apprendimento: cambia il rapporto che hanno con l'imparare e con il fare scienza.



## *2. Metodologia e domanda di ricerca*

Concentriamoci sulle attività scolastiche al confine tra formale e informale; in particolare, quelle della scuola secondaria, in quanto qui le relazioni tra sapere, studente e insegnante sono più informate a formalità e frontalità, ed è più chiara la necessità di un'attività informale che le affianchi.

Le attività informali che si svolgono a scuola e che possono contribuire alla costruzione di cittadinanza scientifica sono molteplici. Ci limitiamo a quelle che mettono al centro lo storytelling, come punto di partenza per avvicinare un pubblico variegato, non sempre conquistato da un esperimento scientifico o dall'eleganza di un'equazione; a volte disinteressato alla scienza.

Tra gli argomenti di natura scientifica che coinvolgono direttamente la società abbiamo scelto la crisi climatica in quanto centrale nel dibattito politico-economico-sociale degli ultimi anni.

Ci proponiamo di indagare come lo storytelling entri nella didattica informale e quale ruolo possa avere nel coinvolgere gli studenti sulla crisi climatica.

L'abbiamo fatto attraverso 11 interviste, condotte su Skype durante l'estate e l'autunno del 2020. La scelta delle persone intervistate è ricaduta su 9 tra i principali esperti italiani della comunicazione sulla crisi climatica rivolta a un pubblico scolastico (Serena Giacomini, Paolo Legato, Jacopo Pasotti) e tra esponenti di realtà che si occupano di forme innovative di didattica informale basate sulla narrazione (Maurizio Bertolini, Samuela Calzari, Pietro Danise, Maria Eugenia D'Aquino, Pietro Olla, Massimo Ruccio).

Per avere anche un confronto con chi lavora all'interno della scuola abbiamo intervistato anche 2 docenti di scuola secondaria di II grado che coinvolgono da anni gli studenti in attività non formali basate sull'elaborazione di narrazioni da parte degli studenti stessi. Terremo anonime queste due insegnanti e non citeremo esplicitamente le loro parole in questo articolo.

Abbiamo condotto e registrato in videochiamata interviste semi-strutturate, trattando gli stessi temi con tutti gli intervistati senza precludere la possibilità di sviluppare argomenti introdotti spontaneamente dal singolo intervistato. Ciascuna intervista è stata analizzata subito dopo essere stata raccolta e una seconda volta insieme alle altre. Dalle due analisi sono emersi alcuni punti attorno ai quali abbiamo articolato interpretazione e risultati.

Con le interviste abbiamo indagato come parlare di crisi climatica a scuola, che ruolo abbia lo storytelling, quali criticità comporti, e come la dimensione narrativa entri nei laboratori di educazione informale a scuola.

Con gli esperti in comunicazione della crisi climatica, coinvolti in attività con studenti, ci siamo soffermati in particolare sulle difficoltà e sugli obiettivi nella comunicazione a scuola, e su come le storie possano facilitare tale comunicazione.

Con gli esperti in forme innovative di didattica informale basate sulla narrazione, abbiamo indagato le modalità con cui le storie entrano nei percorsi didattici sulla scienza, come si possono rendere gli studenti protagonisti e qual è il rapporto con la scuola. Abbiamo anche intervistato due insegnanti che hanno fatto esperienza di attività di apprendimento informale con le loro classi.

Per elaborare la traccia delle interviste siamo partiti dalle diverse dimensioni delle attività informali.

*Spazio e tempo*: è molto diverso condurre un laboratorio a scuola, in un museo o in piazza, sia per la conformazione spaziale sia per il tipo di pubblico ospitato. Il tempo disponibile dipende da contesto, pubblico e tipo di attività. Tempo e spazio hanno un ruolo anche all'interno del laboratorio stesso. La scansione dei tempi è fondamentale: in spettacoli, giochi di ruolo o *discussion game*, è chi conduce l'attività a scandirli. In altri casi, i tempi dipendono dal coinvolgimento e dall'interesse dei partecipanti e da quanto impiegano a svolgere effettivamente le azioni previste (costruzione di oggetti, esperimenti ecc.; Alfonsi, 2011).

*Oggetti, linguaggio verbale, corpo e linguaggi fisico e sensoriale* caratterizzano le attività: «un oggetto può generare domande, fornire risposte, emozionare, stupire, scandire una storia, far ridere, ricordare un evento, creare un'ambientazione» (Alfonsi, 2011). Il ruolo degli oggetti dipende dal tipo di attività e dal modo in cui i partecipanti interagiscono con essi.

*Linguaggio verbale*: possono esserci diversi registri, ognuno con caratteristiche che lo rendono più adatto, a seconda di contesto, pubblico, obiettivi e attitudine del conduttore.

Il *corpo*: così come lo spazio, è un mezzo per comunicare e per sperimentare con un ruolo più o meno centrale (Alfonsi, 2011).

### 3. *Percepire l'urgenza: la scuola in un clima che cambia*

«Per parlare sia di meteorologia sia di clima è necessario che la cittadinanza, partendo dai più giovani, sia in un certo senso preparata», commenta la meteorologa e climatologa Serena Giacomini.

La scuola è uno dei principali contesti in cui fornire informazioni scientifiche e strumenti per la comprensione, evidenziandone la complessità e facendo

emergere gli aspetti locali e globali e le problematiche socio-economiche, anche con il dialogo.

In Italia, dal 2017 è stato avviato dal Ministero dell'Istruzione un *Piano per l'Educazione alla Sostenibilità*. Prima l'educazione ambientale era trattata a scuola spesso con attività *ad hoc* proposte da associazioni o musei. Per esempio, Tecnoscienza, società di divulgazione della scienza, nel 2006 inizia i progetti per l'innovazione della didattica ambientale con lo *ShowRoom Energia e Ambiente*. Il Museo A come Ambiente ospita scuole in laboratori di educazione ambientale e alla sostenibilità. Il Museo delle Scienze di Trento offre alle scuole visite guidate, rappresentazioni teatrali e attività su temi relativi alla crisi climatica, come biodiversità o energia.

Nonostante l'importanza, fino al 2019 l'educazione ambientale è stata lasciata all'iniziativa spontanea di docenti e scuole e solo dal 2020 è uno dei tre nuclei di educazione civica, assieme a Costituzione e cittadinanza digitale.

Affinché questi argomenti non restino relegati alla scuola, serve trasformare il metodo di insegnamento e fornire agli studenti competenze sociali e individuali per un approccio orientato «all'azione, che supporti un apprendimento autogestito, partecipazione e collaborazione, un approccio alla soluzione dei problemi, l'inter- e la trans-disciplinarietà, e il collegamento dell'apprendimento formale con quello informale» (Unesco, 2017).

Per la comunicazione sulla crisi climatica agli studenti, è essenziale essere coinvolgenti e le narrazioni hanno un ruolo cruciale, come dice Giacomini.

Io sono climatologa quindi mi viene naturale per la mia preparazione partire da quello che sta succedendo al sistema Terra, i dati relativi a temperature, innalzamento del mare, fusione dei ghiacci [...]. Quindi ovviamente io parto sempre da questo quadro: come sta cambiando il nostro pianeta a causa del surriscaldamento globale. Però di sicuro lo storytelling è qualcosa di molto importante perché aiuta ad avvicinare chi sta ascoltando la lezione o la presentazione al tema, aiuta l'ascoltatore a diventare più curioso, più sensibile, per cui cerco sempre in qualche modo di inserire delle vicende.

La sua comunicazione non ha una struttura narrativa, ma include storie di scoperte o scienziati, per attirare l'attenzione di chi si distrae, addolcire i dati e raccontare oltre ai risultati anche il funzionamento della scienza e le persone che la fanno.

Le storie e le narrazioni permettono di far uscire la scienza dai laboratori, contestualizzarla e metterla in relazione con la società.

Jacopo Pasotti, con il romanzo per bambini *Domitilla, Sos operazione Terra* (2012), ha scelto di parlare di crisi climatica con una narrazione che veicola informazioni scientifiche: «Per i bambini non potrei fare nulla di didattico: o racconti una storia o li perdi subito», mentre per un target più maturo, ad esempio i liceali, si possono inserire aspetti tecnici, approfondire la complessità e «diminuire l'aspetto narrativo».

Per riuscire a giocare sulle emozioni dei bambini la narrazione non viene accompagnata con dati ma con esperienze in cui esplorino i fenomeni, riflettano sulla loro percezione e sui rapporti causa-effetto. Paolo Legato, direttore del MAcA fino a dicembre 2020, ci spiega che nel museo, mentre con i ragazzi vengono affrontati anche dati molto tecnici, con i bambini si raccontano storie di finzione e si comincia a fare qualche esperimento. Analogamente, nel caso in cui la comunicazione avvenga con uno spettacolo teatrale, come al MUSE, per i bambini è più importante l'aspetto corporeo, la parte mimica, mentre per i ragazzi narrazione e componente gestuale si bilanciano.

Secondo Massimo Ruccio de Le Nuvole, dai più piccoli ai più grandi l'attenzione si sposta dal gesto alla parola, dando più importanza a ricerca, scoperta ed esplorazione dei fenomeni, e alle scelte narrative sulla storia e sugli aneddoti. Ruccio sottolinea che uno degli aspetti più coinvolgenti per gli studenti delle superiori è l'idea che una situazione possa essere vista diversamente da come viene dipinta di solito; approccio che «si sposa bene con il termine "altrimenti"». Questa cosa è così ma come può essere in altro modo? Ecco, cerco di raccontare l'altro modo». Funziona molto bene cercare «le storie minime», laterali a quella principale nota a tutti, che facciano uscire la scienza dalla dimensione distaccata che a volte occupa: coinvolgono perché non parlano di geni o di scienziati, ma di persone comuni.

Come per gli altri temi legati al rischio, quando si parla di crisi climatica, anche se siamo a scuola, non basta interessare e insegnare. Bisogna cercare di «facilitare lo scambio e la condivisione delle informazioni necessarie per favorire scelte consapevoli a tutela della nostra sicurezza individuale e collettiva» e per «motivare le persone a modificare i propri comportamenti dannosi offrendo un rimedio disponibile», dagli stili di vita al coinvolgimento nella mobilitazione (Sturloni, 2018).

Agire sul livello cognitivo, che permette di ottenere gli strumenti necessari e di acquisire consapevolezza del rischio, è il presupposto per avere influenza su azioni, comportamenti e valori delle persone. Per raggiungere questi livelli più profondi la comunicazione deve prima di tutto emozionare e le testimonianze

dirette possono essere molto efficaci. Secondo Giancarlo Sturloni (2018, p. 56), esperto di comunicazione del rischio:

Quando una storia è coinvolgente, può provocare reazioni così intense da motivarci ad agire o perfino a cambiare. [...] Purché siate onesti e autentici nel racconto avrete a disposizione lo strumento più efficace e universale della comunicazione umana.

L'immedesimazione è cruciale, perché, dice Paolo Legato, «le persone sono più reattive quando parli di loro». Legato e Samuela Caliarì del MUSE sottolineano che tra la natura e l'essere umano il protagonista è sempre il secondo.

Il taglio di un racconto o di una lezione sul cambiamento climatico ha un effetto sulla motivazione degli studenti e sul loro scetticismo. L'effetto, tuttavia, dipende dai singoli e dal contesto sociale, culturale ed economico in cui si trovano: famiglia e amicizie influenzano la reazione a una narrazione (Nicola, 2019; Rabinovich, 2010). Non esiste una ricetta buona per tutti, quindi è bene mescolare tagli diversi, senza sottovalutare l'aspetto scientifico (Busch, 2016), restituendo anche una visione olistica, senza cadere in polarizzazioni culturali e politiche per semplificare l'argomento (Ripley, 2018). Inoltre, una comunicazione allarmista e catastrofista non è funzionale (Feinberg, 2011, pp. 34-38): «potrebbe innescare meccanismi di risposta immediati ma sul lungo periodo è infruttuosa», secondo Legato, e Giacomini concorda:

Non che esprimere la minaccia in questo momento sia sbagliato, però bisogna prendere atto di questi dati e trasformarli in maniera positiva e costruttiva volta al miglioramento. In questo senso bisogna parlare di cambiamento climatico alle scuole e in tutte le materie, perché altrimenti continueremo a parlarne sentendoci sempre più depressi ma non riusciremo a fare niente.

Legato spiega che concentrarsi sulla drammaticità può demoralizzare, e l'allarmismo porta spesso a proporre soluzioni immediate e radicali e con esse il rischio di risultare incoerenti e perdere credibilità. Secondo Espen Stoknes (2015), psicologo, economista e politico norvegese, per coinvolgere le persone servono nuove storie sul cambiamento climatico, bisogna partire dalle barriere che ergiamo di fronte alla crisi climatica (Distance, Doom, Dissonance, Denial, iDentity) per arrivare alle soluzioni, cambiando il modo in cui si racconta: rendere la crisi climatica più vicina alle persone, dare informazioni che incoraggino e non solo spaventino, dare importanza e portare prove del valore delle piccole azioni e dei passi avanti e, infine, ridurre la polarizzazione politica e culturale sull'argomento.

A scuola, pur in un'attività informale, l'apprendimento rimane un obiettivo; quindi il linguaggio è importante. L'utilizzo di termini tecnici ha un doppio risvolto nelle narrazioni: le storie rendono il linguaggio più comprensibile e leggero, e la terminologia scientifica restituisce dignità alla scienza, dà autorevolezza al racconto e a chi parla e può contribuire al fascino della narrazione.

Con una scelta narrativa e linguistica si veicola un messaggio ben preciso. Le metafore aiutano coinvolgimento e comprensione, ma anche la percezione del fenomeno: bisogna sceglierle con cura. Con gli adulti la metafora della "guerra contro il cambiamento climatico" è molto efficace e motiva l'interesse e nuovi comportamenti (Flusberg, 2017). Tuttavia, porta con sé una visione dell'umanità in lotta contro forze ostili della natura, che potrebbe rivelarsi miope perché finalizzata alla sola sopravvivenza e non a uno sradicamento del problema. Al contrario, un approccio che non metta in contrapposizione uomo e natura, ma che li ponga sullo stesso piano, agisce su uno dei punti essenziali alle origini di questa crisi: il dominio dell'essere umano sulla natura (Busch, 2016).

Come Legato e Caliri, anche Pasotti quando parla di clima mette al centro l'uomo, ma sottolinea un punto importante:

Metto al centro l'essere umano e intorno all'essere umano costruisco delle storie che spieghino il clima. Vedo che molti giornalisti e scrittori, magari meno avvezzi alla scienza, alle volte rimangono a un livello abbastanza superficiale nel rapporto tra essere umano e clima, pensano più alla narrazione umana e il clima è il contesto. Per me c'è la narrazione umana, ma è anche un modo per raccontare come funziona il clima e come il clima ha un impatto su di noi.

Per superare la prospettiva di separazione uomo-natura serve che il clima e la scienza non siano uno sfondo, ma siano essenziali nella narrazione.

#### *4. La partecipazione: costruttori di storie*

Le storie di per sé non sono sufficienti: serve la partecipazione attiva. Gli studenti possono essere incuriositi, coinvolti ed emozionati, ma finché sono spettatori non partecipano e non si convincono di poter dare un contributo.

Servono modalità in cui lavorare sulle domande e sulle risposte del pubblico di una narrazione per renderlo partecipe della costruzione di conoscenza (Sala, 2011). Per questo, le forme innovative con cui si comunica agli studenti con la narrazione prevedono interazione. In una lezione gli studenti possono intervenire con domande e osservazioni. In una visita teatralizzata intervengono ancora

più liberamente. Anche uno spettacolo teatrale a scuola, in piazza, a teatro o al museo, molto spesso prevede un'interazione tra gli attori e il pubblico. Insomma, fruire delle storie scritte da altri può stimolare la partecipazione.

In questo senso abbiamo considerato le attività di *storytelling partecipativo* de Le Nuvole e i laboratori teatrali di Maria Eugenia D'Aquino; le esperienze di comunicazione della scienza degli studenti di Scienza under 18, in particolare il teatro scienza; i laboratori di teatro sociale di Maurizio Bertolini del *Centro di Teatro Sociale e di Comunità*; e gli spettacoli di *circoscienza* di Pietro Olla.

La partecipazione può esprimersi attraverso il ragionamento che da individuale diventa collettivo. Nello *storytelling partecipativo* delle Nuvole per gli studenti delle superiori, tutto si basa sulla parola del narratore, pochi oggetti di scena e immagini proiettate aiutano nel racconto, senza distanza tra attore e spettatori. È importante che non ci sia distanza fisica e che tutti possano guardarsi in faccia e parlare tra loro. Bisogna capire il pubblico; notare quando qualcuno vorrebbe intervenire ma non se la sente e con delicatezza coinvolgerlo; sollecitare anche le sciocchezze per far emergere la metafora che il percorso della ricerca non è fatto solo di successi. Il discorso diviene molto più interessante se compaiono ipotesi che si dimostrano sbagliate, generando nuove diramazioni. *Raccontare* la scienza permette di riconoscere che l'errore è fonte di idee e novità.

Questo è ancora più chiaro quando sono gli studenti a raccontare. Pietro Danise, già coordinatore di Scienza under 18, ci dice che raccontare la scienza con il teatro fa sì che gli studenti vedano l'errore con nuovi occhi. Siamo abituati ai protocolli scientifici depurati degli errori, vediamo solo i successi, «ma la scienza non è questa, è per il 90/95% fatta di percorsi senza sbocchi ma comunque interessanti».

Gli studenti che approfondiscono la storia degli scienziati e ne indossano i panni, o che pensano a quella delle scoperte o cercano prove di alcune certezze date a scuola, possono capire che gli errori sono parte di un processo e così hanno meno paura di sbagliare. Gli errori diventano risorse, spunti per divertirsi, cambiare punto di vista, raccontare novità, spiegare un ragionamento o una metafora: diventano parte di un processo e spesso lo determinano, aiutando a temere meno i propri, sviluppando pensiero critico e accrescendo la fiducia nelle proprie capacità.

Portare in scena gli studenti è un lavoro complicato che molto spesso coinvolge più insegnanti in compresenza, perché si mettono in pratica discipline e capacità diverse e serve tempo (anche due ore a settimana nell'arco di tutto l'anno). Il tempo può essere un ostacolo, maggiore nella scuola superiore, quando la neces-



sità di seguire il programma è più rigida. I laboratori di teatro che D'Aquino vi porta hanno formati diversi: da un paio d'ore a un laboratorio dilazionato durante l'anno. Il problema del tempo e dello spazio emerge nel conflitto intrinseco di attività informali condotte in un contesto di apprendimento formale. Tuttavia, da una parte c'è una grande risposta degli insegnanti a corsi di formazione (sia sui contenuti sia sulle metodologie), dall'altra gli insegnanti presenti ai laboratori condotti da esterni sono generalmente collaborativi e pronti a sorprendersi dei tanti modi in cui si può affrontare un argomento e delle qualità dei loro studenti, anche quelli di solito poco interessati alle materie scientifiche.

Sia a Scienza under 18 sia nei laboratori di D'Aquino, gli studenti rielaborano il sapere collaborando e utilizzando linguaggi diversi, e così fanno propria la conoscenza e ne creano di nuova (Guidoni, 2011). Realizzando un prodotto nuovo, lo studente rielabora il sapere e acquisisce conoscenza che contestualizza fino a trasformarla in una storia, da raccontare con mezzi diversi: costruire una storia a partire da un concetto permette di cogliere parallelismi, fili conduttori e relazioni tra campi lontani, cosa che facilita lo sviluppo del pensiero sistemico. Secondo D'Aquino «trasformare [l'argomento scientifico] in un atto creativo *per rivelarlo* sulla scena ti coinvolge completamente: con testa, corpo, emozione. Quindi è uno dei metodi migliori per apprendere e per fare esperienza». Rispetto alle altre rielaborazioni, il teatro («la forma più alta di rielaborazione del sapere, perché contiene tutti i linguaggi», Danise) trasforma un sapere in storia, coinvolge parole, oggetti, luci, suoni e movimenti.

La partecipazione è anche fisica e non solo intellettuale: i laboratori teatrali uniscono queste due dimensioni a quella narrativa. Nel caso del MUSE la partecipazione avviene attraverso l'emozione dello spettacolo, la discussione e gli esperimenti. Anche negli *storytelling partecipativi* c'è spazio per la dimostrazione di fenomeni. L'intreccio tra i livelli emotivo, fisico e intellettuale cambia col tema trattato, età degli studenti e istituti. Nel caso di Scienza under 18 prevalgono la «scienza raccontata come fatto sociale», le relazioni tra scienza e tecnologia o tra scienziati e società. Ma, secondo gli studenti, non può mai mancare l'esperimento (Sala, 2011). Spesso il fenomeno deve essere mostrato, oltre che raccontato. Serve una scelta di comunicazione su quale sia il modo migliore per parlare di un'idea scientifica o di un esperimento, raccontarlo, mostrarlo o farne una metafora. Dopodiché si va in scena.

Anche il modo in cui si rappresenta un fenomeno o un'idea dipende dall'età. Negli spettacoli dei bambini c'è molta corallità. Gesto, movimento e danza possono diventare metafora di un concetto e possono aiutare a farlo compren-



dere, a creare collegamenti e spunti per la formalizzazione, racconta Maurizio Bertolini del *Teatro Sociale e di Comunità*. La rielaborazione narrativa avviene anche attraverso la dimensione fisica. L'interazione tra i corpi e il gioco possono raccontare storie, ma ancor prima essere il mezzo di esplorazione di un fenomeno, come negli spettacoli di strada e nelle lezioni di Pietro Olla. Qui il circo viene utilizzato per capire la logica dietro a un ragionamento o a un concetto matematico oppure come funziona un fenomeno fisico o cosa significa una grandezza. Gli studenti collaborano a un prodotto collettivo, assumono ognuno un ruolo e acquisiscono maggiore consapevolezza di sé in relazione agli altri e al tema scientifico, superando la dimensione individuale delle narrazioni.

## 5. Conclusioni

A scuola, il clima deve essere argomento di discussione fin dall'infanzia, per avvicinare una crisi che sembra lontana nel tempo e nello spazio. Si parla di crisi climatica in attività che orientano all'azione; sviluppano l'auto-apprendimento e il *problem solving*; stimolano il senso critico; promuovono collaborazione, partecipazione e consapevolezza di sé, e in relazione agli altri; creano parallelismi e relazioni; lavorano su apprendimento formale e informale; promuovono pensiero partecipativo e innovativo; sviluppano la capacità di comunicare fatti e concetti con linguaggi diversi.

Ruolo dell'educatore è stimolare e supportare riflessioni, pertanto la comunicazione a scuola non può avvenire in modo unilaterale, ma necessita di interazioni tra chi conduce e chi partecipa, e tra i partecipanti stessi (Unesco, 2017).

Tre sono i modi in cui le storie entrano nelle attività didattiche sulla crisi climatica:

- in lezioni o presentazioni scientifiche per interessare e alleggerire la fruizione di dati e nozioni (con storie vere o testimonianze);
- in racconti, veri o di finzione, laboratori al museo, teatro o scuola, per veicolare contenuti e messaggi. Fanno leva sull'emozione e prevedono partecipazione (tramite esperimenti e dibattiti);
- in racconti proposti dagli studenti in prima persona (storytelling partecipativi, circoscienza, teatro, playdecide).

Da sempre l'uomo utilizza storie per comprendere e spiegare il mondo (Gottschall, 2014), costruire la propria identità e cambiare comportamenti (Bodei, 2013). Allora possiamo usarle nell'affrontare la crisi climatica per:

- semplificare senza banalizzare le informazioni scientifiche;
- facilitare l'acquisizione di lessico e strumenti scientifici;
- contestualizzare il discorso scientifico nella società di oggi;
- capire come scienza, società ed economia si intrecciano;
- interessare alla scienza anche chi si sente inadatto o disinteressato;
- smuovere gli animi e indurre cambiamenti nel pensiero e nel comportamento.

Queste caratteristiche rispondono a sfide tipiche della comunicazione della crisi climatica:

- inquadrare nel contesto storico-sociale gli argomenti scientifici fa emergere la complessità ma fa anche sentire il problema più vicino;
- collegare i dati alle persone permette di coinvolgere le emozioni, ci fa sentire più rilevanti anche come individui di fronte alla crisi, fornisce modelli e spunti e ci porta a mettere in dubbio il nostro sistema di valori e di comportamenti;
- parlare dei ricercatori fa luce sulle dinamiche della comunità scientifica fondamentali nella costruzione di cittadinanza scientifica.

Un'attività informale basata sullo storytelling coinvolge e facilita l'apprendimento, se prevede narrazioni e storie che rendano più accessibile l'argomento e che emozionino con testimonianze sull'urgenza di agire, sul valore delle azioni collettive e sull'importanza dei gesti individuali. Il protagonista della narrazione è sempre l'uomo ma la scienza deve mantenere un ruolo determinante (Glaser, 2019). Le storie possono anche coinvolgere le emozioni e catturare l'attenzione di chi non si interessa ai dati: una comunicazione basata sulla narrazione aiuta l'apprendimento, perché le informazioni vengono ricordate più facilmente se rese attraenti da una storia (Glaser, 2019; Graesser, 2002; Negrete, 2002; Norris, 2005).

È essenziale fare attenzione al tipo di narrazione e ai messaggi dietro alle metafore e ai racconti, perché le storie contribuiscono a costruire identità, visione del mondo e legami con la comunità (Gottschall, 2014); allargano gli orizzonti dai dati scientifici alla complessità di sentimenti, persone, comunità scientifica, società e mondo intero; disincentivano la polarizzazione culturale e politica (Ripley, 2018); e fanno riflettere sul rapporto dell'uomo con la natura e superare contrapposizione e dominazione a favore di una prospettiva in cui uomo e natura sono elementi di uno stesso ecosistema.

Nella narrazione in prima persona, gli studenti interagiscono e partecipano attivamente, collaborando a un prodotto collettivo. Ognuno acquista consa-

pevolezza del proprio ruolo in una comunità che ha un obiettivo comune, e questo cambia la percezione di sé stessi e degli altri (Rodari, 2009). Gli studenti inoltre acquisiscono contenuti e individuano quelli utili alla narrazione, limitando il rischio di distorcere i fatti in un'interpretazione partigiana che influenza il giudizio. Le questioni etiche per parlare di scienza (Dahlstrom, 2012) diventano spunti di riflessione funzionali al pensiero critico.

Lo *storytelling* aiuta a vivere in prima persona ricerche o scoperte e a mettere in relazione campi lontani, ma è anche adatto a gettare le basi culturali per la costruzione di cittadinanza scientifica. Siamo di fronte a uno strumento necessario nell'ottica di una società che si apra a nuove forme di democrazia nelle quali i cittadini siano informati, consapevoli del proprio potenziale e abituati alla partecipazione.

### Bibliografia

- Alfonsi L., Ghattas R., Gnucchi A. (2011), *Da qui a Maxwell il passo è breve*, Trieste, Scienza Express.
- Bodei R. (2013), *Immaginare altre vite. Realtà, progetti e desideri*, Milano, Feltrinelli.
- Busch K.C. (2016), *Polar Bears or People? Exploring Ways in Which Teachers Frame Climate Change in the Classroom*, «International Journal of Science Education», 6 (2).
- Cormick C. (2019), *Who doesn't love a good story?*, «JCOM», 18 (5).
- Dahlstrom M.F. (2012), *Ethical considerations of using narrative to communicate science*, «Science Communication», 34 (5).
- (2014), *Using narratives and storytelling to communicate science with nonexpert audiences*, «PNAS», 111.
- Feinberg M., Willer R. (2011), *Apocalypse soon? Dire messages reduce belief in global warming by contradicting just world beliefs*, «Psychological Science Journal», 22 (1).
- Flusberg S.J. et al. (2017), *Metaphors for the War (or Race) against Climate Change*, «Environmental Communication», 11 (6).
- Glaser M. et al. (2009), *Narrative-based learning*, «Communications», 34 (4).
- Gottschall J. (2014), *L'istinto di narrare*, Torino, Bollati Boringhieri.
- Gouthier D. (2019), *Scrivere di scienza*, Torino, Codice Edizioni.
- Graesser A.C. et al. (2002), *How does the mind construct and represent stories?*, in Gree, M. et al., *Narrative Impact*, Mahwah NJ, Erlbaum.
- Greco P. (2017), *Comunicazione e cittadinanza scientifica*, in *Le parole della scienza*, Milano, Egea.

- Guidoni P. (2011), *A scuola oggi: diritto di capire, diritto di averne voglia – insieme*, in *Attori del sapere*, a cura di Scienza under 18, Trieste, Scienza Express.
- Katz Y. (2013), *Against storytelling of scientific results*, «Nature Methods», 10 (11).
- Negrete A. (2002), *Science via Narratives*, 7th International Conference on Public Communication of Science and Technology, Cape Town, South Africa.
- Nicola F., (2019), *Oltre gli orsi polari*, «La ricerca», 16.
- Norris S.P. et al. (2005), *A theoretical framework for narrative explanation in science*, «Science Education», 89.
- Olson R. (2015), *Houston, we have a narrative*, Chicago, The University of Chicago Press.
- Pasotti J. (2012), *Domitilla. SOS operazione Terra*, Trieste, Scienza Express.
- Quaranta G. (2007), *Conoscenza, responsabilità e cultura*, «JCOM», 6 (4).
- Rabinovich A., Morton T., Postmes T. (2010), *Time perspective and attitude-behaviour consistency in future-oriented behaviours*, «British Journal of Social Psychology», 49 (1).
- Ripley A. (2018), *Complicating the narratives*, «Solution Journalism», 27 giugno 2018; aggiornato l'11 gennaio 2019.
- Rodari P. (2009), *Learning science in informal environments*, «JCOM», 8 (3).
- Sala M., *Il triangolo teatro-scienza-scuola. I nodi della ricerca e La scienza è complicata, ma se non lo è non ci divertiamo*, in *Attori del sapere*, a cura di Scienza under 18, Trieste, Scienza Express.
- Stoknes P.E. (2015), *What We Think About Global Warming*, White River Junction VT, Chelsea Green Publishing.
- Sturloni G. (2018), *La comunicazione del rischio per la salute e l'ambiente*, Milano, Mondadori Università.
- Treccani, *Enciclopedia Treccani*, <https://www.treccani.it/>.
- Unesco (2017), *Educazione degli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile*, versione italiana.

PROGETTI



# Il progetto ENGIE e le sue strategie per incoraggiare lo studio delle Scienze della Terra tra le nuove generazioni

Silvia Giuliani<sup>a</sup>, Luca Giorgio Bellucci<sup>a</sup>,  
Renata Łapińska-Viola<sup>b</sup>, Armida Torreggiani<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Istituto di Scienze Marine (CNR-ISMAR), Bologna

<sup>b</sup> Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività (CNR-ISOF), Bologna

## 1. Introduzione

La crescente dipendenza dalle materie prime provenienti da fuori dei suoi confini rende l'Unione Europea (UE) altamente vulnerabile ai problemi legati alle oscillazioni del mercato ed alla carenza di personale esperto (Giljum, Hinterberger, 2014). La necessità di formare professionisti qualificati nei settori scientifici relativi allo sfruttamento, allo smaltimento, al riciclaggio ed ai problemi ambientali delle materie prime è quindi più urgente che mai ed è fortemente legata alla capacità di innovazione dell'UE. Per questo motivo, la crisi delle assunzioni nelle professioni scientifiche, tecnologiche, ingegneristiche e matematiche (STEM) e la necessità di modernizzare l'insegnamento delle scienze nelle scuole sono diventate questioni cruciali (Radant *et al.*, 2016; Benedek, Sik, 2019). Le sfide sono ancora maggiori se si considera la presenza delle ragazze nei percorsi scolastici e le successive carriere come ingegnere e scienziate della Terra, entrambe strettamente legate ai campi delle materie prime, ma tradizionalmente considerate maschili e con un evidente squilibrio di genere (Millward *et al.*, 2006; Lahiri-Dutt, 2012). Quest'ultimo deve essere superato per raggiungere i livelli più elevati di creatività ed innovazione che di solito accompagnano team eterogenei (Beigpourian, Ohland, 2019).

## 2. La strategia del progetto ENGIE per definire le migliori pratiche per l'insegnamento delle STEM

Il progetto europeo «ENGIE – Encouraging Girls to Study Geosciences and Engineering», finanziato nel periodo 2020-2022 dall'Istituto Europeo per l'Innovazione e la Tecnologia nel settore delle materie prime (EIT RawMaterials), mira a supportare l'interesse delle ragazze nello studio delle Scienze della Terra e

delle discipline ingegneristiche correlate ([www.engieproject.eu](http://www.engieproject.eu)). Il consorzio di progetto è formato da sei università/enti di ricerca (Università di Miskolc, Ungheria; Consiglio Nazionale delle Ricerche, Italia; Università di Zagabria, Croazia; Università Tecnica di Luleå, Svezia; Centro di Ricerche di La Palma, Isole Canarie, Spagna e Federazione Europea dei Geologi, Belgio; fig. 1) e beneficia della collaborazione di 20 associazioni nazionali di categoria che assicurano una copertura molto ampia a livello europeo (fig. 1). L'età target tra i 13 ed i 18 anni è stata scelta perché le decisioni sulla carriera vengono generalmente prese in questo periodo (Sasson, 2020) e la scuola può promuoverne l'ispirazione.

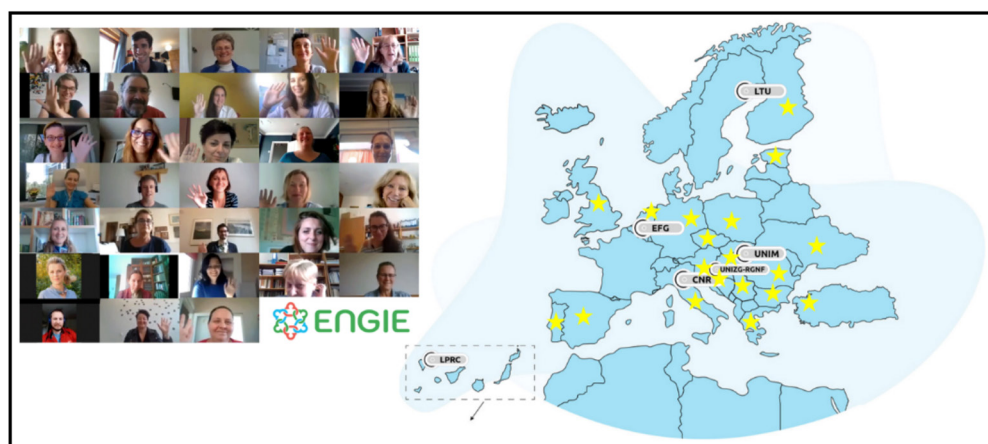


Figura 1

Il consorzio del progetto ENGIE ed i suoi partecipanti. Le stelle gialle identificano i paesi di provenienza delle associazioni nazionali di Geologia che sono coinvolte nel progetto come collaboratori per la realizzazione delle azioni progettuali

Una delle sfide che il progetto ha dovuto affrontare è stata la carenza di conoscenze su come incoraggiare e sostenere efficacemente l'interesse delle ragazze (e, in generale, degli studenti adolescenti) per le STEM. ENGIE ha affrontato questo problema proponendo un'indagine dedicata agli studenti ed agli insegnanti delle scuole secondarie nella prima parte del 2020. I risultati hanno indicato la necessità di promuovere l'insegnamento delle materie geologiche nella scuola secondaria e di concentrarsi sui modelli di ruolo delle donne (Johansson, 2020). Come ulteriore sviluppo delle azioni realizzate nel 2020, il progetto ha promosso un'ampia ricerca sui migliori programmi e pratiche



sviluppati per aumentare l'interesse nei confronti delle discipline STEM degli studenti in generale, e delle ragazze in particolare, come contributo alla personalizzazione del Piano d'Azione di ENGIE per l'attuazione delle azioni di sensibilizzazione che sono poi state realizzate nel corso dei due anni successivi, 2021 e 2022. Questo contributo presenta le informazioni raccolte in tale contesto. In pratica, sono stati esaminati studi di letteratura ed indagini/valutazioni di iniziative di successo allo scopo di adattarne la portata e replicarne i risultati positivi nel campo delle Scienze della Terra e delle discipline ingegneristiche associate. Il materiale di riferimento è stato selezionato dopo diffuse ricerche bibliografiche ed attraverso esperienze dirette dei partner di progetto. La maggior parte delle informazioni proveniva da articoli scientifici pubblicati su riviste internazionali specializzate e sottoposte a revisione tra pari, mentre altre sono state reperite in report di progetto disponibili online o anche da iniziative locali pubblicizzate dai maggiori media di informazione e social (Giuliani, 2020). Ogni contributo è stato letto ed analizzato con attenzione cercando di identificare approcci, insegnamenti e fonti d'ispirazione che avrebbero potuto essere implementati nel progetto ENGIE.

### *3. Risultati*

Settantadue progetti, azioni e studi hanno contribuito alla realizzazione del rapporto ENGIE sulle migliori pratiche internazionali per l'insegnamento delle STEM (Giuliani, 2020). La maggior parte dei contributi proveniva dall'Europa, ma sono stati inclusi anche esempi di ispirazione al di fuori dei suoi confini (fig. 2). La figura 3a mostra la ripartizione di queste azioni in tre categorie: (1) concetti teorici che sono alla base delle migliori pratiche per l'insegnamento delle discipline STEM; (2) programmi e progetti per le scuole ed il pubblico; (3) azioni rivolte a ragazze e donne. I riferimenti ad articoli scientifici e fonti web sono disponibili in (Giuliani, 2020). I progetti per le scuole e le azioni per le ragazze hanno rappresentato oltre l'80% del materiale esaminato, il resto era costituito da studi che trattano principi teorici. Quest'ultimi definiscono approcci che possono essere implementati ovunque, poiché interessano campi emotivi ed affettivi che appartengono a molte culture. L'esperienza maturata da ciascuna iniziativa si è tradotta in indicazioni sulle buone pratiche da adottare nell'ambito del progetto ENGIE per accrescere l'interesse sui temi della Scienze della Terra. La fig. 3b mostra un esempio di come ogni singola "voce" sia stata organizzata

nel report, con una sintetica descrizione e l'indicazione su come “adattarla” alle finalità del progetto (Giuliani, 2020).



Figura 2  
Numero delle iniziative selezionate su base geografica

#### 4. *Discussione*

La lezione più importante appresa è che qualsiasi tipo di pregiudizio di genere deve essere evitato. La partecipazione di tutti gli studenti ad azioni di sensibilizzazione è necessaria per promuovere la parità di genere e per acquisire esperienza diretta dei livelli più elevati di creatività e innovazione che accompagnano team eterogenei. Gli eventi aperti danno questa opportunità anche alle famiglie ed al pubblico. Gli approcci che coinvolgono solide reti nazionali tra ricercatori, insegnanti ed altre parti interessate sono efficaci nell'affrontare un gran numero di studenti e garantire l'eredità duratura dei progetti educativi nei sistemi scolastici.

Il dominio affettivo alla base dell'interesse stabile ed a lungo termine è fortemente legato agli esempi forniti dai professionisti esperti e dalle giovani donne che lavorano in settori tradizionalmente maschili. Analogamente ai modelli di

ruolo, il tutoraggio delle ragazze adolescenti da parte di studentesse e studenti universitari può creare un feedback positivo ed allargare i curricula scolastici. I media, i social media e le altre forme di comunicazione sono suggeriti per la raccolta di storie che siano fonte di ispirazione.

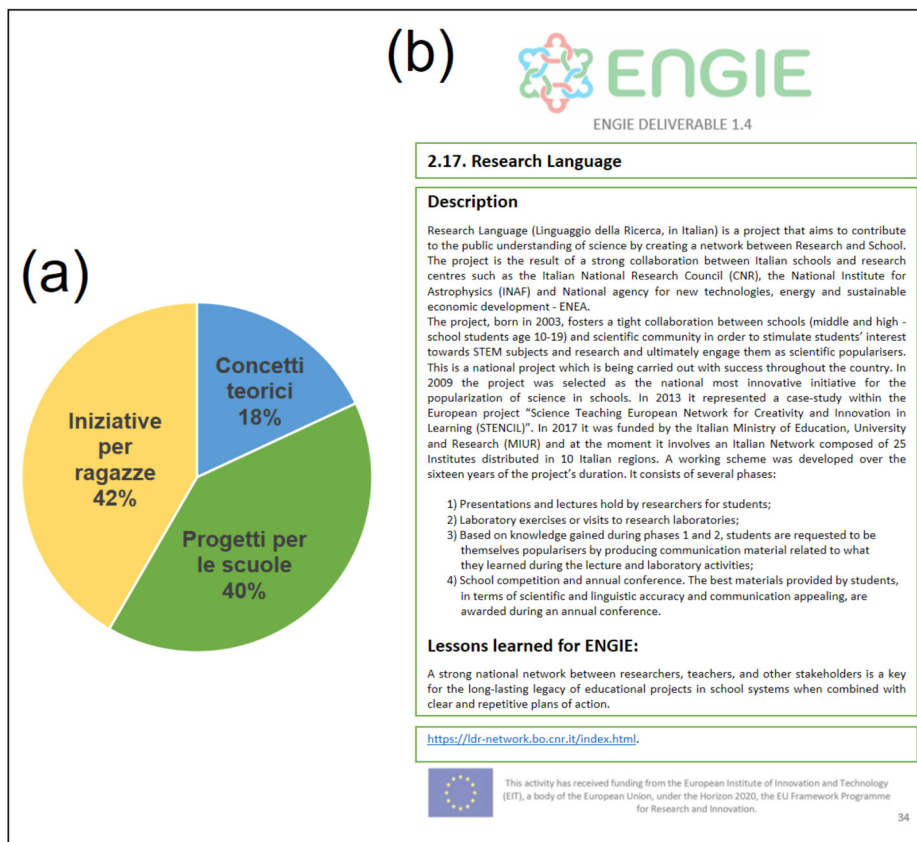


Figura 3

- (a) Distribuzione in percentuale delle iniziative selezionate;  
(b) Esempio di una “scheda” contenuta nel report di progetto (Giuliani, 2020) destinata alla descrizione di una delle iniziative prese in considerazione

Le attività pratiche e l’esperienza diretta del lavoro dei professionisti attraverso l’apprendimento attivo sono tra le pratiche più efficaci per trasformare gli interessi individuali in scelte professionali stabili ed a lungo termine. L’uso

di strumenti divertenti ed educativi nelle scuole e nei programmi comunitari rafforza i legami familiari e crea ricordi positivi. Inoltre, le moderne tecnologie ed i social media sono modi efficienti per raggiungere le giovani generazioni e catturare la loro attenzione.

Che si tratti di gite, lezioni in aula o programmi di doposcuola, tutte le attività proposte agli studenti devono essere organizzate e testate con cura, al fine di garantire il successo delle iniziative ed il raggiungimento dell'obiettivo. È sempre necessaria una fase preparatoria per ridurre il cosiddetto "spazio incognito" associato ad ogni nuova esperienza, al termine della quale viene richiesta una fase di valutazione per verificare le conoscenze acquisite attraverso test e/o questionari di gradimento.

L'uso delle moderne tecnologie dell'informazione (IT), sviluppate per scopi di apprendimento ed intrattenimento, e gli approcci didattici alternativi sono fortemente incoraggiati in quanto possono motivare il pubblico e catturare l'attenzione in modo più efficace rispetto ai metodi tradizionali. L'uso di un linguaggio facile e di strumenti precisi è d'obbligo perché l'interesse per gli argomenti trattati aumenta quando si stabilisce un chiaro collegamento con gli stili di vita e le aspettative del pubblico.

Il coinvolgimento degli studenti in un vero lavoro scientifico è un buon modo per consolidare le loro conoscenze; ed il loro impegno in esercizi di divulgazione scientifica è stato sperimentato con successo. Inoltre, gli studenti coinvolti nell'organizzazione di eventi ed attività hanno la possibilità di mostrare all'esterno i risultati raggiunti, ed aumentare in questo modo la fiducia in loro stessi e nella Scienza. In questo modo, gli studenti imparano ad adottare principi scientifici etici per il trasferimento al pubblico di corrette e solide conoscenze scientifiche. Acquisiscono inoltre strumenti affidabili per la comprensione del mondo che li circonda.

Un'altra opzione per responsabilizzare gli studenti in modo divertente e coinvolgente è quella di organizzare concorsi scientifici, con premi e bonus per i vincitori. Le capacità creative innescate da questi concorsi possono motivare ed incoraggiare un'ulteriore interessamento nei confronti delle discipline STEM: i partecipanti probabilmente esploreranno l'argomento del concorso in modi diversi da quelli proposti, acquisendo così autonomamente maggiori informazioni e conoscenze. Un ulteriore vantaggio dei concorsi scientifici è che possono essere organizzati online, consentendo loro di svolgersi anche in condizioni di lockdown e con regole di distanziamento sociale.

### 5. Conclusione

Al fine di aumentare l'interesse delle ragazze (e delle nuove generazioni in generale) nei confronti dello studio delle Scienze della Terra e delle discipline ingegneristiche associate, il progetto ENGIE ha sviluppato una serie di azioni per avvicinare gli studenti ed il pubblico a temi e materie di studio relativi alle Scienze della Terra. Grazie al lavoro preparatorio sopra descritto, è diventato evidente che l'interesse degli studenti tenda ad essere innescato da un agente esterno, ma non si svilupperà in un interesse individuale più sostenuto a meno che non sia ripetuto, coinvolgente ed intellettualmente stimolante. La sfida del progetto ENGIE, e più in generale di tutte le iniziative tese a colmare il divario di genere nelle STEM, è ed è stata quindi quella di fornire esperienze stimolanti e mettere in pratica le lezioni apprese.

In primo luogo, inclusione è stata la parola chiave alla base di tutte le azioni educative che, infatti, non hanno mai escluso gli studenti maschi. Pertanto, il focus sulle ragazze è stato limitato alla quantificazione della loro presenza. Gli insegnanti delle scuole secondarie sono stati supportati in vari modi, ad esempio con l'accesso a strumenti per pratiche di insegnamento più eque (ad esempio con la rivista ENGIE ed il corso metodologico per insegnanti; Giuliani, 2020) per il progresso della sensibilità di genere.

L'effetto positivo che i modelli di ruolo hanno sui giovani è stato ampiamente sfruttato dal progetto ENGIE: sono state infatti raccolte e diffuse numerose storie, esperienze ed interviste a donne di successo nel campo delle Scienze della Terra e delle discipline ingegneristiche associate, al fine di incoraggiare le ragazze ad intraprendere carriere simili. La traduzione in svariate lingue europee e la successiva distribuzione del pamphlet *GEAS – Storie di donne che studiano la Terra* (Giuliani, 2020) è uno degli esempi più calzanti di questo tipo di azione progettuale. Per questa attività è stata incoraggiata anche la collaborazione con l'industria.

Il lavoro di squadra e le interazioni insegnante-studente sono stati largamente utilizzati per le attività educative, come modi per rafforzare l'autostima e la percezione delle proprie capacità. In particolare, le attività e le esperienze che riguardano la vita quotidiana degli studenti, sono servite ad aiutare a rompere le barriere culturali ed a promuovere le eventuali vocazioni. Inoltre, lo sviluppo di obiettivi prosociali è stato un altro aspetto preso in considerazione nel corso della realizzazione delle varie attività, poiché è particolarmente adatto per quelli studenti che desiderino interagire con gli altri. L'uso delle moderne tecnolo-

gie e dei social media è stato uno strumento utilissimo per raggiungere questo obiettivo.

I due concorsi organizzati nell'ambito del progetto ENGIE (la competizione video ENGIE Contest, e il concorso fotografico #ENGIE4Geodiversity; Giuliani, 2020) si sono adattati perfettamente all'esigenza di coinvolgere gli studenti in competizioni con premi e bonus, al fine di accendere la loro creatività e motivare l'acquisizione di insegnamenti e nozioni relative a specifiche materie.

L'apprendimento attivo e le attività pratiche sono state largamente favorite per la loro capacità di attirare l'attenzione e fissare l'esperienza nella memoria a lungo termine con approcci divertenti e istruttivi. Tutte le attività realizzate sono state attentamente pianificate con parti dedicate alla preparazione, alla realizzazione ed al riepilogo per massimizzare i risultati. I principi alla base di questa procedura sono stati adattati alle diverse esigenze di insegnamento. Molte delle attività ENGIE programmate (ad es. Notte dei ricercatori, club scientifici ed eventi di scienze della famiglia) sono state quindi preparate e testate in anticipo per migliorare i loro obiettivi di sensibilizzazione.

Nel corso del 2021, grazie alle iniziative promosse in 20 paesi europei, il progetto ENGIE ha raggiunto più di 13.000 persone, delle quali circa il 70 % si identificava nel genere femminile.

## Bibliografia

- Beigpourian B., Ohland M.W. (2019), *A systematized review: Gender and race in teamwork in undergraduate engineering classrooms*, <https://www.asee.org/public/conferences/140/papers/25494/view>.
- Benedek A., Sik D. (2019), *Open content development in engineering education and teacher training. Proceedings of the 47th SEFI Conference*, ISBN 978-287352018-2.
- Giljum S., Hinterberger F. (2014), *The Limits of Resource Use and Their Economic and Policy Implications*, [https://DOI.org/10.1007/978-94-007-5706-6\\_1](https://DOI.org/10.1007/978-94-007-5706-6_1).
- Giuliani S. (2020), *The EIT ENGIE project: Deliverable 1.4 - International best practice report on teaching STEM*, <https://www.engieproject.eu/reports/>.
- Johansson K. (2020), *The EIT ENGIE project: Deliverable 1.1 – Report on baseline assessment*, <https://www.engieproject.eu/reports/>.
- Lahiri-Dutt K. (2012), *Digging women: towards a new agenda for feminist critiques of mining*, <https://DOI.org/10.1080/0966369X.2011.572433>.
- Millward L. *et al.* (2006), *Young People's Job Perceptions and Preferences*, London, DTI, <http://epubs.surrey.ac.uk/1358/1/fulltext.pdf>.

## Il progetto ENGIE

Radant O. *et al.* (2016), *Factors for the management of scarce human resources and highly skilled employees in IT-departments: A systematic review*, <https://DOI.org/10.4018/JITR.2016010105>.

Sasson I. (2020), *Becoming a Scientist – Career Choice Characteristics*, <https://DOI.org/10.1007/s10763-020-10059-9>.





# La sfida del *public engagement*: dalla teoria alla pratica. Riflessioni dal progetto NEWSERA H2020

Maria Angela Citarella, Paolo Giardullo

Dipartimento di Filosofia, Sociologia, Pedagogia e Psicologia Applicata (FISSPA),  
Sezione di Sociologia, Università degli Studi di Padova

NEWSERA<sup>1</sup> è un progetto europeo finanziato da H2020 SwafS-19 che coinvolge progetti *citizen science* (CS) attivi nei tre paesi partner (Spagna, Italia e Portogallo) intento ad analizzarne le strategie comunicative al fine di esplorare un nuovo paradigma della comunicazione scientifica come sviluppo del *public engagement* (PE). A partire dagli approcci sulla CS e il PE, ne propone uno sviluppo: intendere la CS come una forma di comunicazione della scienza capace di interagire con diversi stakeholder seguendo il modello della quadrupla elica dell'innovazione (Carayannis, Campbell, 2009). Di seguito, chiariremo le cornici teoriche di PE e CS, la ratio e la metodologia del progetto presentando i principali risultati ottenuti sinora.

## 1. Public engagement: *la CS come pratica di partecipazione alla costruzione della conoscenza scientifica*

Il PE è visto come una risposta necessaria ai bisogni di legittimità politica dei processi, sostenuti da evidenze scientifiche, e di differenziazione funzionale tra politica e scienza (Weingart *et al.*, 2021). L'obiettivo di avvicinare singoli e gruppi è perseguito mediante la promozione di attività formative e momenti di discussione aperti al pubblico. Non sono poche le criticità di cui tener conto per una definizione omogenea ed esauriente del pubblico e dello stesso PE, trattandosi di un concetto ombrello sotto cui confluiscono molteplici sfumature e definizioni che possono risultare evocative ma al tempo stesso poco operative.

Secondo l'interpretazione di Bucchi e Neresini (2008) il PE può presentarsi come: *normalizzato*, ovvero indagini pubbliche, valutazione partecipativa della

<sup>1</sup> Il progetto NEWSERA ha ricevuto finanziamenti dal programma di ricerca e innovazione Horizon 2020 dell'Unione Europea- Grant Agreement n. 873125. Comprende partner di tre paesi (Spagna, Italia e Portogallo) <https://newsera2020.eu/>

tecnologia e iniziative democratiche di consenso; *non standardizzato* o *spontaneo* relazionato a proteste locali, movimenti sociali, ricerche condotte dalla comunità e associazioni di pazienti. Questo fa sì che non sempre riesca nel suo intento: ristabilire la legittimità dell'istituzione scientifica e dei governi democratici colmando, il divario tra loro. Sembra cioè che la retorica dell'impegno non solo abbia superato la pratica, ma si sia anche diluita nel processo (Weingart *et al.*, 2021). Altri autori (Rowe, Frewer, 2005) ritengono il PE una combinazione tra comunicazione pubblica, consultazione e intervento all'interno del framework Responsible Research and Innovation. Altri ancora (Rarn *et al.*, 2014) lo avvicinano ad iniziative di comunicazione pubblica, attivismo, consultazione e deliberazione pubblica. Il punto su cui le diverse interpretazioni accademiche convergono è rappresentato dall'idea secondo cui il PE favorisce processi di democratizzazione coinvolgendo i non esperti nella creazione di conoscenza scientifica. La *citizen science* (CS) nell'ultimo decennio è diventata il centro di notevoli speranze e aspettative poiché sembra rispondere alla svolta dialogica nella comunicazione della scienza, promuovendo l'idea di «cittadinanza scientifica» avanzata da Irwin (1995).

Anche nel caso della CS non v'è una definizione univoca (Haklay *et al.*, 2021). Tuttavia si è concordi nell'affermare che la CS, per dirsi tale, prevede una collaborazione tra ricercatori e non esperti (Robinson *et al.*, 2018), o comunque soggetti che normalmente sono esclusi dal processo di produzione di conoscenza scientifica, lungo un continuo che prevede diversi livelli: dal contributo della raccolta dei dati fino alla definizione stessa della domanda di ricerca. Questo consente sia di ampliare la partecipazione sia di individuare altre prospettive con cui interpretare i fenomeni (Haklay, 2015). In virtù di questo, la CS sta conquistando lo status di metodologia utilizzata dai ricercatori per affrontare studi che spaziano dal monitoraggio della biodiversità (Bonney *et al.*, 2009) fino agli studi sulle molecole complesse (Koepnik *et al.* 2019). L'engagement tende ad una relazione tra scienziati e cittadini di reciproco vantaggio (ivi): i primi ottengono numerosi dati grazie all'attività di raccolta operata dai secondi che, a loro volta, vivono una esperienza scientifica reale e significativa (Riesch, Potter, 2014). Appare chiaro come la CS si ponga in linea con la richiesta di un approccio dialogico efficace e strategico per la comunicazione della scienza, avviando in questo modo un percorso di PE multilivello. La CS si propone come potenziale strumento capace di generare un processo comunicativo bi-direzionale (Rüfenhact *et al.*, 2021) che, come noto, attribuisce al pubblico un ruolo attivo, così come definito dall'approccio dialogico (Phillips *et al.*, 2012; Bucchi, 2008).

## 2. NEWSERA H2020: il co-design dei #CitSciComm Labs

### 2.1. Il progetto

Intesa come strumento e pratica di comunicazione della scienza la CS è in grado di assolvere diversi compiti che vanno dall'aumento della fiducia nella scienza, investendo in percorsi di educazione e formazione scientifica, a cui si aggiungono le possibilità di stabilire partnership capaci di supportare i progetti sino a suscitare attenzione nei decisori pubblici in relazione a tematiche di interesse generale. NEWSERA su queste basi ha impostato i #CitSciComm Labs (Labs), spazi di co-creazione ispirati alle metodologie del co-design, tenuti contemporaneamente nella lingua nazionale di ogni paese partner, coinvolgendo 38 iniziative di CS attive<sup>2</sup> al fine di migliorare le loro pratiche di comunicazione (Giardullo *et al.*, 2021). Tre sono i cicli di laboratori previsti, rispettivamente, per la co-progettazione, implementazione e validazione delle strategie innovative di comunicazione scientifica rivolte ad uno specifico gruppo di stakeholder. NEWSERA ha raggruppato i progetti secondo il modello a quadrupla elica, con l'aggiunta dei data journalists. Nel momento in cui scriviamo, sono stati condotti i primi due cicli di Labs hanno permesso ai portavoce dei progetti CS (coordinatori o ricercatori) di ripensare il loro modo di comunicare all'esterno grazie a sessioni di co-creazione, stimulate da stakeholder e facilitatori. Per ottenere consenso e fiducia, si suggerisce di lavorare a stretto contatto con il pubblico target promuovendo attività che ne suscitano gratificazione» (Dickinson *et al.*, 2012).

### 2.2. Metodologia e setting online

La strategia dei Labs rappresenta il nucleo centrale del progetto NEWSERA. I Labs sono intesi come spazi di collaborazione (Giardullo *et al.*, 2021) in cui il team supporta i progetti CS promuovendo, attraverso attività di co-design, momenti di apprendimento reciproco che valorizzano lo stakeholder. Le attività si sono svolte online, dal momento che il progetto si è avviato proprio in corrispondenza dell'inizio delle restrizioni alla mobilità individuale per limitare la diffusione del virus Sars-Cov-2. NEWSERA ha sfruttato strumenti online sviluppati per il co-design, inteso come un momento di creatività collettiva

<sup>2</sup> NEWSERA coinvolge 38 progetti. Per la lista completa e la distribuzione tra i paesi si rimanda al sito del progetto <https://newsera2020.eu/>

tra persone non esperte di design che collaborano nel processo di sviluppo di un progetto, per alimentare un confronto creativo tra i partecipanti (Sander, Stappers, 2008; Spinuzzi, 2005). L'interazione è stata supportata da strumenti online come le lavagne condivise di *Miro* e le funzionalità interattive di *Slido*. Tali strumenti hanno permesso l'attiva collaborazione tra partecipanti che come vedremo, ha portato alla luce problemi comuni e ha permesso di individuare soluzioni giudicate innovative dai partecipanti. I metodi di co-design applicati alle attività di NEWSERA situano un'esperienza di conoscenza condivisa permettendo un confronto alla pari, visualizzando aspetti non espliciti con altri mezzi. Le dinamiche di co-creazione hanno quindi consentito di porre gli stakeholder al centro di un processo di mutuo apprendimento. Due elementi ne hanno favorito la metodologia partecipativa: la lingua nazionale in cui si sono tenuti i diversi labs, la presenza di facilitatori che hanno incoraggiato la discussione.

### 3. I #CitSciCommLabs: primi risultati

#### 3.1. Svolgimento e temi emersi

Il primo ciclo ha visto realizzare 5 Labs, in relazione a uno specifico stakeholder:

<i>Labs</i>	<i>Timing</i>
Citizen and society at large	dicembre 2020
Academic scientists	gennaio 2021
Industries and SMEs	gennaio-febbraio 2021
Public sector and policy makers	febbraio 2021
Data journalists	settembre 2021

Dalle discussioni durante i Labs, adottare una comunicazione capace di parlare ai non addetti ai lavori è una delle esigenze comuni a ogni progetto CS coinvolto. Sono diverse le ragioni che inducono i progetti CS ad affrontare la disseminazione dei risultati scientifici in modo innovativo, ricorrendo a formati e prodotti di comunicazione creati ad hoc per il pubblico target. L'interazione sviluppata ha dato modo ai diversi stakeholder di evidenziare i punti di forza e di debolezza presenti all'interno della strategia di comunicazione usata dai progetti CS cui erano abbinati. È stato possibile individuare

nuove opportunità ed azioni comunicative da compiere al fine di soddisfare alcune tra le maggiori esigenze emerse (figura 1):

- partecipazione e coinvolgimento;
- open data e disponibilità alla condivisione tra gli accademici;
- finanziamenti e promozione di stili di consumo sostenibili;
- democratizzazione e formazione di una cittadinanza attiva e consapevole.

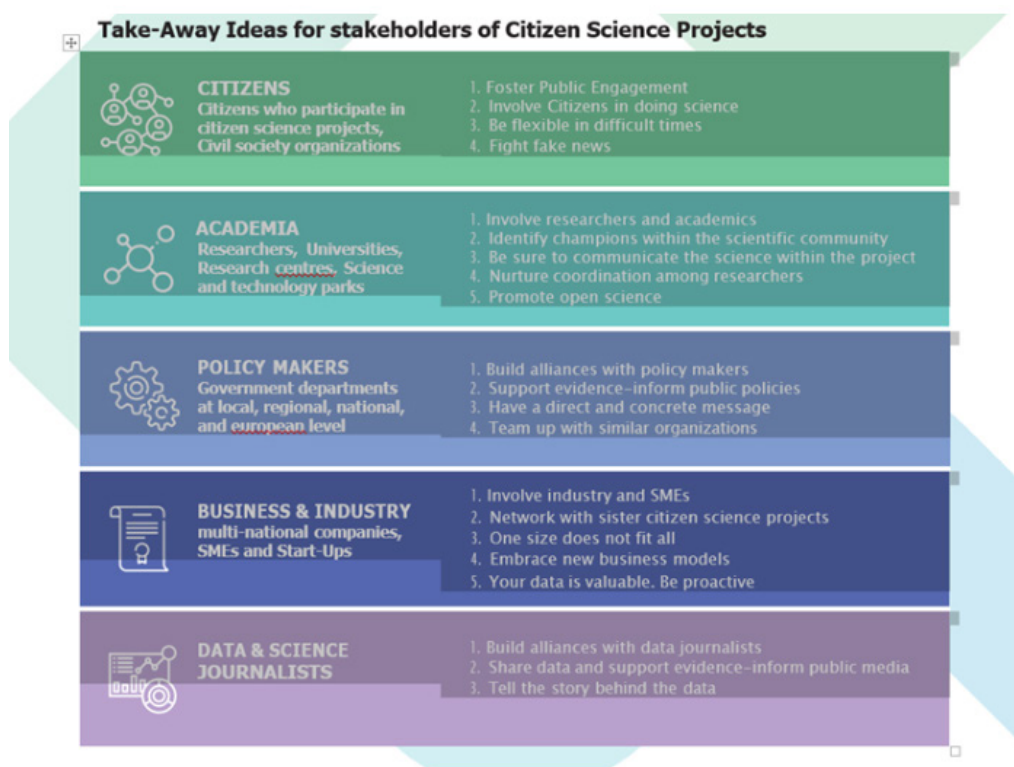


Figura 1  
Punti in comune tra Spagna, Italia e Portogallo

In primo luogo, vi è accordo nell'affermare che una comunicazione efficace fa sì che il progetto raggiunga stakeholder strategici come industrie e piccole medie imprese, che a causa di pregiudizi, non sempre sono coinvolti nella divulgazione dei risultati scientifici. Mediante sponsorizzazioni o partnership, il progetto può

ottenere finanziamenti con cui assumere risorse professionali da impiegare nella comunicazione. In secondo luogo, interagire con i policy maker, consente una pianificazione di lungo termine grazie alla quale la vita del progetto non è legata a quella del mandato amministrativo o del suo colore politico. Pertanto, un progetto CS ha la possibilità concreta di favorire due percorsi: di consapevolezza, in cui la cittadinanza, informata sulle questioni ed i dati scientifici emersi al termine dei progetti, è in grado di partecipare attivamente al dibattito pubblico; di responsabilità dove i policy maker, sono chiamati a fornire risposte che tengano conto degli esiti e dei dati raccolti al fine di implementare interventi condivisi.

Ogni scelta comunicativa relativa ai toni, agli stili, alle parole da utilizzare, risponde alle caratteristiche del pubblico ed agli interessi degli stakeholder coinvolti. Le motivazioni sono diverse: i rappresentanti dei citizens vogliono sentirsi parte del progetto richiedendo che le proprie idee siano valorizzate; i scientists che le loro ricerche siano comprese da un pubblico più vasto; i policy maker informazioni migliori.

Il secondo ciclo di Labs (figura 2) ha promosso una riflessione più ampia tenuto conto del frame in cui la CS si muove come modello di ricerca scientifica nel contesto contemporaneo. Per questa ragione, nessun progetto è esente dal confrontarsi con macro tematiche quali la valutazione d'impatto, la policy, le ethical issues e la misinformation. Si è ricorsi al contributo di esperti esterni che hanno illustrato le criticità e le opportunità di affrontare in chiave comunicativa le diverse tematiche.

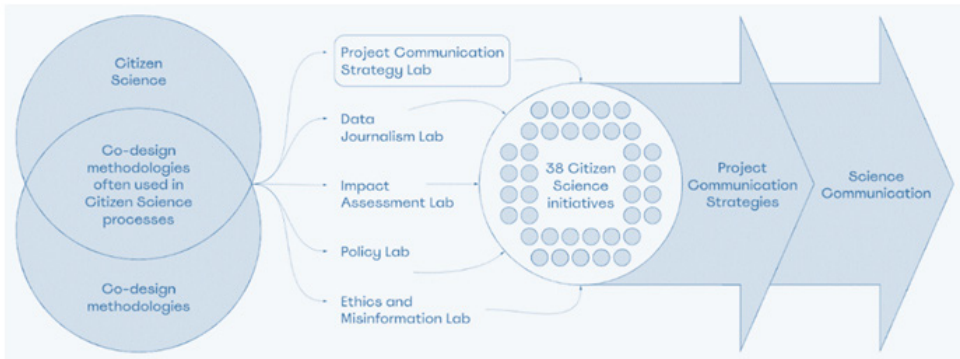


Figura 2  
Il ciclo NEWSERA #CitSciComm Labs

La valutazione d’impatto per le iniziative di CS locali, ad esempio, è una sfida di non poco conto che richiede risorse temporali e professionali per analizzare gli output e gli outcome del progetto. NEWSERA ha affrontato l’analisi di impatto in modo innovativo avvalendosi di un approccio multilivello (figura 3). Ispirandosi agli output di due fra i principali progetti H2020 dedicati alla Responsible Research and Innovation (Von Schomberg 2011) quali Morri (Monitoring the Evolution and Benefits of Responsible Research and Innovation) & Super Morri (Scientific Understanding and Provision of an Enhanced and

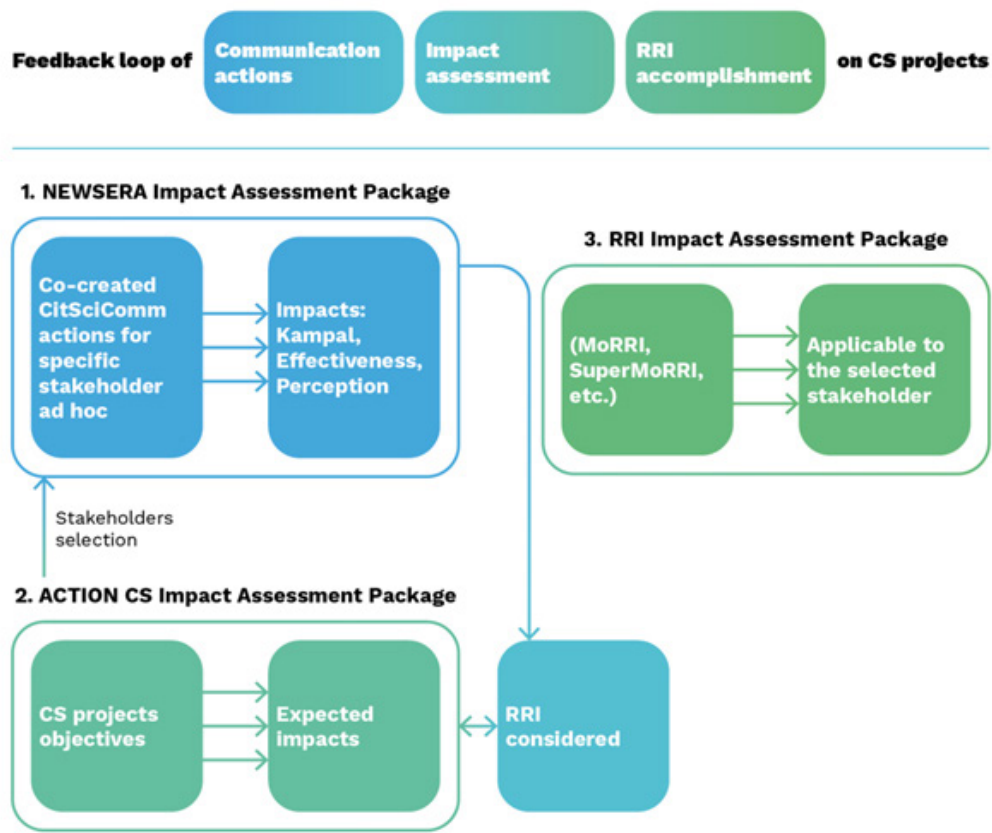


Figura 3  
Impact NEWSERA Framework



Robust Monitoring system for RRI)<sup>3</sup> e raccogliendo il lascito del progetto H2020 Action (<https://actionproject.eu/>) ha promosso la co-creazione di un set di indicatori specifico per ogni progetto CS. Per consentire la comparabilità tra i paesi partner, sono state assunte 3 macroaree di riferimento (Comunicazione, Stakeholder engagement e Impatto politico, sociale ed economico) in relazione alle quali ogni progetto ha selezionato gli indicatori adatti da monitorare nei mesi a venire. Con l'obiettivo di tracciare gli andamenti, i cambiamenti ed i risultati raggiunti dalla strategia di comunicazione ci si è avvalsi di un approccio partecipativo con cui selezionare indicatori validi e adatti per ogni progetto CS.

Relazionarsi al mondo della policy, alle questioni etiche e alla disinformazione, ha consentito di confermare alcune delle criticità del PE. Se da un lato, le iniziative CS favoriscono il processo di democratizzazione, dall'altro diventano terreno di competizione in termini di finanziamenti, di contrapposizione epistemologica e sorveglianza (Mirowski, 2017). L'ampia diffusione di progetti CS si traduce in finanziamenti economici per ricerche spesso sostenute o commissionate da privati che possiedono interessi specifici, non solo squisitamente scientifici. Ciò fa emergere alcune zone d'ombra in quelle pratiche di partecipazione allargata alla produzione scientifica presentate come esempi positivi. Il secondo ciclo di Labs ha permesso proprio di evidenziare le opportunità ed i rischi legati alla governance partecipativa. La partecipazione multilivello non è sempre garantita: gli approcci top down, ancora comuni, non colgono le peculiarità e le esigenze dei partecipanti trascurando questioni legate all'etica, all'inclusione e alla trasparenza.

### 3.2. Sfide e opportunità per la comunicazione della scienza dalla CS

Il progetto NEWSERA si è chiesto se la CS attraverso una dedicata strategia comunicativa possa migliorare la conoscenza dei processi scientifici a beneficio della comunità, delle industrie nonché promuovere processi decisionali partecipativi. Al termine del primo ciclo di Labs, sono emerse diverse criticità e proposte potenziali soluzioni.

#### – *Condivisione dei dati*

Le ragioni di segretezza e la competizione nella ricerca accademica non sempre permettono la condivisione dei dati scientifici. In parte per queste ragioni diversi progetti CS non sono trasparenti sulle informazioni relative ai dati

<sup>3</sup> Report disponibili su <https://super-morri.eu/findings/>.



raccolti o alle procedure di validazione. Il ricorso ad un approccio comunicativo CS si farebbe portatore di una cultura della condivisione, ancora poco praticata dall'accademia.

– *Finanziamenti*

Rappresenta un elemento strutturale che condiziona e pregiudica alcune delle attività fondamentali per i progetti CS come il reclutamento dei volontari, il network locale, l'erogazione di percorsi formativi. Aumentare le risorse economiche attraverso sponsorizzazioni o partnership, consente ai progetti di investire nell'area della comunicazione, spesso gestita da non professionisti.

– *Coinvolgimento*

I progetti CS coinvolti hanno sviluppato una sensibilità nel promuovere una partecipazione inclusiva tenendo conto della composizione del target (sesso, età, livello di istruzione, lingua) diversificando gli strumenti di engagement e ricompensa. Lavorare sulla fiducia nella scienza, mostrando il potenziale che il processo di partecipazione ha per influenzare il processo decisionale, è apparsa una necessità condivisa.

#### 4. *Riflessioni conclusive*

Sebbene le attività di PE siano diventate abbastanza regolari per le istituzioni di ricerca che ricorrono in modo sempre più frequente ad iniziative di comunicazione partecipata, divulgazione e coinvolgimento dei non esperti (Entradas, Bauer, 2017), si ravvisa ancora un livello di performance differente. Diversa è la capacità di adattamento e aderenza agli scopi della comunicazione scientifica tra le varie istituzioni e centri di ricerca in Europa. Si fa ancora difficoltà ad utilizzare indicatori in grado di offrire una adeguata rappresentazione del PE (Entradas *et al.*, 2020), spesso considerati tutt'ora considerati come un esercizio di buona volontà (Neresini, Bucci, 2011) anche se sempre più richiesti. La CS può avere un ruolo centrale nel promuovere il processo di democratizzazione della scienza, nell'uso di pratiche inclusive di partecipazione che consentono ai cittadini di accedere alla sfera pubblica se incoraggiata come processo comunicativo. La CS è incoraggiata come strategia a sostegno dell'Open Science, tuttavia permangono alcune resistenze strutturali soprattutto nelle pratiche istituzionali. Il metodo co-creativo, sperimentato all'interno dei NEWSERA Labs ha permesso di evidenziarle come la pratica della ricerca scientifica da parte delle comunità che pone. Sempre nel corso dei Labs è emerso il potenziale della CS nel promuovere

meccanismi di partecipazione diffusa, il tentativo cioè di realizzare una interazione proficua tra scienziati e cittadini. La negoziazione a partire dal confronto tra le loro posizioni si ritiene possa far sviluppare la riflessione su questioni rilevanti per la comunità di cui i cittadini stessi fanno parte. I due cicli di Labs, mostrano che la possibilità di coltivare una relazione sinergica può supportare il rapporto di fiducia tra scienza e società messo a dura prova nel contesto contemporaneo. Cittadini e gruppi di stakeholder rilevanti lavorano come partner in tutte le fasi delle attività, dall'analisi dei bisogni fino alle considerazioni tattiche e strategiche per perseguire obiettivi concepiti congiuntamente. È chiaro che i progetti CS fanno dell'engagement una delle loro principali caratteristiche. Sono molti i progetti che invitano i cittadini a raccogliere e analizzare dati su questioni ambientali, biodiversità o conservazione che riguardano in qualche modo la loro vita. Tuttavia l'aspirazione dei progetti CS è anche un'altra: essere uno strumento con cui i cittadini accedono al processo decisionale prendendo parte nella progettazione di soluzioni condivise.

## Bibliografia

- Bauer, M.W. (2008), *Survey research and the public understanding of science*, in Bucchi M., Trench B. (eds.) (2008), *Handbook of public communication of science and technology*, Routledge, London, pp. 125-144.
- Bonney R., Phillips T.B., Ballard H.L., Enck J.W. (2016), *Can citizen science enhance public understanding of science?*, «Public Underst Sci.», Jan. 25(1), pp. 2-16, DOI: 10.1177/0963662515607406. Epub 2015 Oct 7. PMID: 26445860.
- Bucchi M., Neresini F., *Science and public participation* (2008), in Hackett E., Amsterdamska O., Lynch M. (a cura di), *Handbook of Science and Technology Studies*, 3rd ed., Cambridge MA, MIT Press, cap. 19.
- Carayannis E.G., Campbell D.F.J. (2009). 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': toward a 21st century fractal innovation ecosystem', «Int. J. Technology Management», vol. 46, nos. 3/4, pp. 201-234.
- Dickinson J.L., Shirk J., Bonter D., Bonney R., Crain R.L., Martin J., Phillips T., Purcell K. (2012), *The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement*, «Frontiers in Ecology and the Environment», 10(6), pp. 291-297, <https://DOI.org/10.1890/110236>.
- Doyle C.S. (1993). *The Delphi Method as a Qualitative Assessment Tool for Development of Outcome Measures for Information Literacy*, «School Library Media Annual».
- Entradas M., Bauer M.M. (2017), *Mobilisation for public engagement: Benchmarking the practices of research institutes*, «Public Understanding of Science», 26(7).

- Entradas M., Bauer M.W., O'Muircheartaigh C., Marcinkowski F., Okamura A., Pellegrini G., Besley J., Massarani L., Russo P., Dudo A., Saracino B. (2020), *Public communication by research institutes compared across countries and sciences: Building capacity for engagement or competing for visibility*, «PloS One», 15(7), e0235191.
- Giardullo P., Citarella MA., Neresini F., Magalhães J., Arias R., Guasch B., Pelacho M., Luís C. (2021), *NEWSERA - Report on indicators for impact assessment of science communication in Citizen Science Projects (Deliverable 2.2) (1.1)*, DOI: 10.5281/zenodo.5139999.
- Haklay M. (2015), *Citizen science and policy: A European perspective*, Washington DC, Woodrow Wilson International Center for Scholars.
- Haklay M., Bowser A., Makuch Z., Vogel J., Bonn A. (2018), *Citizen Science: Innovation in Open Science, Society and Policy*, London, UCL Press, DOI: 10.14324/111.9781787352339.
- Irwin A. (2006), *The Politics of Talk*, «Social Studies of Science», 36 (2).
- Koepnick B., Flatten J., Husain T., Ford A., Silva D.A., Bick M.J., Baker D. (2019), *De novo protein design by citizen scientists*, «Nature», 570(7761), pp. 390-394.
- Neresini F., Bucchi M. (2011), *Which indicators for the new public engagement activities? An exploratory study of European research institutions*, «Public understanding of science», 20(1), pp. 64-79.
- Martin V.Y. (2017), *Citizen science as a means for increasing public engagement in science: Presumption or possibility?*, «Science Communication», 39(2).
- Rarn T., Mejlgaard N., Rask M. (2014), *Public Engagement Innovation for Horizon 2020. Inventory of PE mechanisms and initiatives*.
- Rask M., Mačiukaitė-Žvinienė S., Tauginienė L., Dikčius V., Matschoss K., Aarveaara T., d'Andrea L. (2016), *Innovative Public Engagement. A conceptual model of public engagement in Dynamic and Responsible Governance of Research and Innovation European Union's Seventh Framework*, Programme for research, technological development and demonstration.
- Riesch H., Potter C. (2014), *Citizen science as seen by scientists: Methodological, epistemological and ethical dimensions*, «Public Underst Sci.», Jan, 23(1), pp. 107-20, DOI: 10.1177/0963662513497324. Epub 2013 Aug 27. PMID: 23982281.
- Robinson L.D., Cawthray J.L., West S.E., Bonn A., Ansine J. (2018), *Ten principles of citizen science*, in *Citizen science: Innovation in open science, society and policy*, London, UCL Press, pp. 27-40.
- Roche J., Bell L., Galvão C., Golumbic Y.N., Kloetzer L., Knoben N., Winter S. (2020), *Citizen Science, Education, and Learning: Challenges and Opportunities*, «Frontiers in Sociology», 5, 110.
- Rowe G., Frewer L.J. (2005), *A Typology of Public Engagement Mechanisms*, «Science, Technology & Human Values», 30 (2).

- Spinuzzi C. (2005), *The methodology of participatory design*, «Technical Communication», 52(2), pp. 163-174.
- Strasser B., Baudry J., Mahr D., Sanchez G., Tancoigne E. (2019), *Citizen Science? Rethinking Science and Public Participation*, «Science and Technology Studies».
- Von Schomberg R. (2011), *Towards Responsible Research and Innovation in the Information and Communication Technologies and Security Technologies Fields*, EU Directorate General for Research and Innovation.

# “Più URP” al CNR. Progetto di sviluppo della nuova Unità Relazioni con il Pubblico 2.0

*Silvia Mattoni, Sergio Mazza, Barbara Dragoni  
e working group sviluppo tecnico-informatico\**

Unità Relazioni con il Pubblico del CNR

## *Introduzione*

Favorire lo sviluppo di un’etica del servizio pubblico e un maggior senso di appartenenza all’istituzione, rappresenta da sempre un principio fondante delle attività di comunicazione e informazione nella Pubblica Amministrazione (PA). Con l’attuazione della legge 150/2000, l’informazione e la comunicazione vengono legittimate e riconosciute come costanti dell’azione di governo della PA e rappresentano, quindi, un obbligo istituzionale delle singole organizzazioni. In questa ottica si delinea la strategia della nuova Unità Relazioni con il Pubblico 2.0 che si prefigge di supportare l’ente verso il processo di cambiamento e innovazione, anche attraverso lo sviluppo – a seguito degli investimenti e riforme previsti dal PNRR e dell’imminente centenario del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) – di una cultura di condivisione e partecipazione.

Il progetto “Più URP”, quindi, si propone di contribuire a realizzare “la casa del cittadino” per favorire il dialogo e l’interazione tra PA e cittadini nel segno della semplificazione, trasparenza, usabilità e inclusione sociale. L’implementazione di una piattaforma unica dalle caratteristiche di interoperabilità e il conseguente restyling del sito web URP CNR costituiscono gli obiettivi della prima fase del progetto, pensato sulla scia del modello strategico di evoluzione del sistema informativo della PA. Contribuire a migliorare e promuovere, poi, l’interoperabilità tra banche dati degli URP degli Enti Pubblici di Ricerca (EPR), rappresenta il *leitmotiv* delle azioni previste nella seconda fase del progetto. Di seguito gli obiettivi strategici delle due fasi di progetto:

- 1) implementazione e sviluppo di un “network interno” strutturato, in grado di promuovere una maggiore condivisione di “pratiche” e di informazioni tra

\* Roberto Bortolin, Silvio Ceccucci, Antonello Gravina, Federico Nasti, Silvia Perrella, Patrizia Principessa, Roberto Zamponi.

le diverse strutture e migliorare al contempo la gestione della comunicazione interna e il sentimento di appartenenza;

- 2) ottimizzazione delle attività di informazione e comunicazione al cittadino, secondo criteri di trasparenza, accesso e partecipazione;
- 3) costituzione di un hub tra i diversi EPR, per creare anche uno “sportello multiente”, capace di dare informazioni e servizi mirati.

### *Le funzioni dell'URP*

La legge n. 150 del 7 giugno 2000 “Disciplina delle attività di informazione e di comunicazione delle pubbliche amministrazioni”, nel riaffermare i principi generali già espressi con il d.lgs. n. 29 del 3 febbraio 1993 “Razionalizzazione dell'organizzazione delle amministrazioni pubbliche e revisione della disciplina in materia di pubblico impiego, a norma dell'articolo 2 della legge 23 ottobre 1992, n. 421”, assegna all'URP nuove funzioni, ampliandone ruolo e compiti, anche prevedendo con il dpr n. 422 del 21 settembre 2001 e la “Direttiva Frattini” del 7 febbraio 2002 “Attività di comunicazione delle Pubbliche Amministrazioni”, specifiche modalità organizzative e professionalità da dedicare.

Ai sensi dell'art.8 della legge 150/2000, anche l'Unità Relazioni con il Pubblico 2.0 deve svolgere le seguenti funzioni:

1. garantire l'esercizio dei diritti di informazione, di accesso agli atti e di partecipazione (legge 7 agosto 1990, n. 241, e successive modificazioni);
2. agevolare l'uso dei servizi offerti ai cittadini, anche attraverso l'informazione sulle disposizioni normative e amministrative e sulle strutture e sui compiti dell'Ente;
3. promuovere l'adozione di sistemi di interconnessione telematica, coordinare le reti civiche e quindi promuovere e gestire la comunicazione pubblica online, promuovendo l'ascolto dei cittadini e i processi di verifica della qualità dei servizi e di gradimento degli utenti;
4. garantire lo scambio di informazioni fra l'Unità e le altre strutture dell'Ente, promuovendo e organizzando la comunicazione interna;
5. promuovere la comunicazione inter-istituzionale, attraverso lo scambio e la collaborazione tra gli uffici per le relazioni con il pubblico quanto meno degli altri EPR, come ad esempio attraverso la costituzione di reti di URP.

Le attività dell’Unità Relazioni con il Pubblico, a questo punto si possono ricondurre a tre macro-aree:

- *area dell’informazione e della prestazione*: comunicazione esterna, attività di informazione su disposizioni normative e sui servizi offerti dall’Ente, garantire l’esercizio dei diritti di accesso e partecipazione, promuovere informazioni su temi di interesse generale;
- *area dell’ascolto e della verifica*: attuazione dei processi di verifica della qualità dei servizi e della soddisfazione degli utenti interni/esterni, attraverso l’ascolto, indagini di *customer satisfaction* e valutazione partecipativa;
- *area dell’organizzazione*: promozione di sistemi di interconnessione telematica, coordinamento delle reti civiche, sviluppo della comunicazione intra-istituzionale e inter-istituzionale.

Affinché l’Unità Relazioni con il Pubblico 2.0 possa essere effettivamente in grado di rispondere alle esigenze di semplificazione e miglioramento della relazione tra pubblica amministrazione e cittadini, deve allinearsi al contesto di riferimento. Il primo passo è quindi l’analisi del contesto, necessaria per definire le fasi di progettazione strategica e operativa: dagli obiettivi, fino alla definizione di *mission* e *vision*.

### *Il progetto “Più URP”*

Il progetto “Più URP” intende ottimizzare le attività di informazione e comunicazione al cittadino, secondo criteri di trasparenza e partecipazione, come disciplinato dalla citata legge n. 150 del 2000 e s.m.i., nonché accompagnare il processo di cambiamento – di digitalizzazione, inclusione sociale ecc. – del PNRR, mediante una corretta allocazione e valorizzazione delle risorse in *house* e l’adozione di standard che evitino sprechi e duplicazioni di attività.

Di seguito le fasi di progetto:

#### Fase 1

- a) Realizzazione di una piattaforma unica dal titolo “Più URP”, in grado di rispondere ai criteri di efficacia, efficienza, economicità, accessibilità e ottimizzazione delle risorse in termini finanziari e temporali, consentendo anche una migliore:
  - modalità di gestione documentale;
  - modalità di pubblicazione dei documenti.

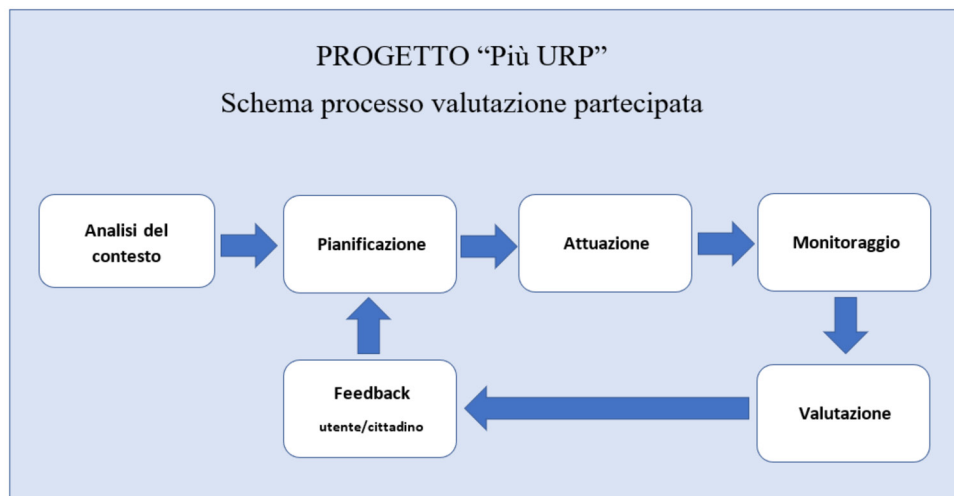
- b) Restyling del sito web URP finalizzato allo sviluppo e all'ottimizzazione di servizi utilizzabili sia dalla comunità del CNR sia dal pubblico, in tempo reale, per:
- rispondere in modo puntuale, immediato e preciso alle richieste di informazione e comunicazione (*front office* e *back office*);
  - adempiere agli obblighi di pubblicazione di competenza dell'Unità;
  - gestire segnalazioni/reclami;
  - produrre elaborazioni statistiche;
  - migliorare le attività di accesso agli atti e partecipazione;
  - verificare la qualità dei servizi e il gradimento.

## Fase 2

- c) Creazione di un network con gli altri EPR per sviluppare non solo un unico punto di accesso e di gestione dell'utenza ma anche un'unica infrastruttura, attraverso la quale consentire:
- collaborazioni e scambio di informazioni;
  - condivisione di metodologie di lavoro;
  - sviluppo di strumenti comuni;
  - creazione di nuovi sportelli rivolti a target specifici di utenti, gestiti e sviluppati insieme.

L'emergenza sanitaria di questi ultimi due anni ha accelerato il processo già in atto di dematerializzazione e innovazione digitale nel rapporto tra pubblica amministrazione e cittadino. Da qui la maggiore attenzione al processo di digitalizzazione per garantire l'erogazione dei servizi all'utenza, contemperando al tempo stesso l'esigenza di mantenere il distanziamento sociale a salvaguardia della salute sia degli utenti sia dei dipendenti pubblici e la crescente integrazione delle modalità tradizionali di contatto con forme nuove, da remoto. L'esperienza pregressa ha insegnato che è possibile gestire efficacemente tali attività solo quando sono adeguatamente organizzate e valorizzate. Pertanto, nell'ambito del progetto "Più URP" si è ritenuto necessario prevedere l'utilizzo di strumenti maggiormente performanti anche in grado di coinvolgere il pubblico in un processo di valutazione partecipata, dove il cittadino diventa parte integrante e non solo fruitore dei servizi offerti, come indicato nello schema.





In quest’ottica il progetto “Più URP” si propone, quindi, da una parte di sperimentare processi integrativi e partecipativi, ipotizzando possibili scenari operativi del web semantico e *open government*, dall’altra di reperire l’informazione attraverso l’utilizzo di dati comprensibili e condivisi, fondamentale non solo ai fini di una valorizzazione del prezioso patrimonio storico e scientifico del CNR (in vista del prossimo anniversario dell’ente) ma anche per creare ricchezza culturale e connessione tra CNR e i suoi pubblici di riferimento.

### *Piattaforma “Più URP”*

La piattaforma “Più URP” è stata progettata appositamente per creare un unico punto di accesso in grado di gestire l’ingente mole di dati curati dall’Unità e sviluppata con un linguaggio di programmazione web rispondente al paradigma MVC (Model View Controller), pattern utilizzato per distinguere, all’interno di un sistema informatico, tre tipologie di componenti: i dati (*Model*); la presentazione dei dati all’utente (*View*); e l’interazione con l’utente (*Controller*).

In questo modo la manutenzione, l’aggiornamento, la messa in sicurezza e lo sviluppo di nuove funzionalità possono essere realizzate senza la necessità di stravolgere l’intero codice scritto.

È stato anche previsto l’utilizzo di una libreria di istruzioni grafiche per permettere sia la gestione dei dati sia la visualizzazione delle pagine web su vari dispositivi.

**Dati Gara**

Scegli il file Nessun file scelto Carica dati da XML

Anno: 2022 Sigla Istituto: CNR - IFC

Scadenza Data: Scadenza Ora: 00:00:00

**Dati Documento**

Protocollo e Data Istituto: Scegli il file Nessun file scelto Carica dati da XML

Descrizione: Non inserire caratteri speciali Pervenuto:

Prot. Istituto: Data Prot. Istituto:

Prot. Amm. Centrale: Data Prot. Amm. Centrale:

Aggiorna Elenco Documenti

**Elenco Documenti**

#	Descrizione	File	Prot. AMM. CEN.	Data AMM. CEN.	Prot. Ist.	Data Prot. Ist.	Pubblicato	Pervenuto	Annullato	Ordina
1	determina	BANDO.pdf	67567575	27-04-2022	0002743	20-04-2022	27-04-2022		<input type="checkbox"/>	+
2	aggiudicazione	BANDO.pdf	67567575	27-04-2022	0002743	20-04-2022	27-04-2022		<input type="checkbox"/>	+

**Documenti (Anteprima)**

- determina (Prot. AMMCEN 67567575/2022 del 27-04-2022) - Pubbl.to Il: 27-04-2022
- aggiudicazione (Prot. AMMCEN 67567575/2022 del 27-04-2022) - Pubbl.to Il: 27-04-2022

☐ Scaduta ☒ Visibile

Figura 1  
Visualizzazione desktop

**Dati Gara**

Scegli il file Nessun file scelto

Anno: 2022

Scadenza Data:

**Descrizione**

Consiglio Nazionale delle Ricerche - (CNR - IFC) NOMINA COMMISSIONE BANDO N. BS-IFC-001-2022-PI, PUBBLICATO SULLA G.U. N. 26 DEL 01/04/2022 PROT. N. 001920 DEL 17/03/2022

**Documenti (Anteprima)**

- determina (Prot. AMMCEN 67567575/2022 del 27-04-2022) - Pubbl.to Il: 27-04-2022
- aggiudicazione (Prot. AMMCEN 67567575/2022 del 27-04-2022) - Pubbl.to Il: 27-04-2022

☐ Scaduta ☒ Visibile

Figura 2  
Visualizzazione smartphone

### *Sito web URP*

Il sito web dell'URP CNR nasce nel lontano 1998 come pagina statica all'interno del sito Internet dell'amministrazione centrale dell'Ente (Dipartimento per gli Affari Generali – Reparto IV Relazioni con il Pubblico), inizialmente solo per la pubblicazione di documenti relativi a concorsi e borse di studio contenuti nel bollettino ufficiale, successivamente anche per assegni di ricerca e contratti d'opera, nonché per i primi servizi offerti.



Figura 3

Pagina statica all'interno del sito Internet dell'amministrazione centrale dell'Ente (Dipartimento per gli Affari Generali – Reparto IV Relazioni con il Pubblico)

Successivamente sono state anche implementate nuove aree di interesse e ampliati i servizi offerti, grazie alla collaborazione degli Istituti CNR. Da qui il primo restyling del sito web.

Per facilitare l'inserimento di dati e informazioni nonché implementare l'aggiornamento del sito web, si è passati da un sito statico a uno dinamico con lo sviluppo di banche dati relative a concorsi, circolari, gare, provvedimenti e quesiti.

Il passaggio al sito dinamico è stato l'occasione per realizzare un parziale restyling.



Figura 4  
Esempio di primo restyling sito web URP CNR



Figura 5  
Esempio ultimo aggiornamento grafico delle pagine web

Attualmente, per superare alcune criticità riscontrate a fronte di una attenta e puntuale analisi del sito web attuale, condotta nell’ambito del progetto “Più URP 2.0”, è nata l’esigenza di realizzare un nuovo e completo restyling del sito web URP CNR.

### *Sito web URP 2.0*

Il progetto di restyling del sito web [urp.cnr.it](http://urp.cnr.it) è frutto di un lungo processo di analisi e di ricerca, tenendo conto delle linee guida emanate ai sensi del Codice dell’Amministrazione Digitale (CAD), delle linee guida emanate dall’Agenzia per l’Italia Digitale e del W3C (World Wide Web Consortium) che stabilisce standard tecnici per il web, inerenti sia i linguaggi di markup sia i protocolli di comunicazione.

Il nuovo sito web, una volta in linea, sarà anche oggetto di una specifica verifica dei requisiti di accessibilità e usabilità da parte di soggetti valutatori.

I servizi in rete, infatti, devono essere resi accessibili e fruibili anche alle persone con disabilità, in ossequio all’art. 3 del CAD e alle linee guida “Accessibilità”. In particolare, va assicurato il rispetto delle norme in materia di accessibilità, con particolare riferimento alle prescrizioni di percepibilità, utilizzabilità, comprensibilità e solidità degli strumenti informatici, permettendo così all’utente finale di interagire agevolmente, tenendo conto dei profili evolutivi del concetto di disabilità, con particolare riferimento alle previsioni della Convenzione delle Nazioni Unite sui diritti delle persone con disabilità.

Per migliorare l’usabilità dei servizi in rete, in modo da incrementare il grado di facilità e soddisfazione degli utenti che si relazionano con l’interfaccia del sito web, bisogna realizzare un ambiente familiare per l’utente, tale che:

- consenta di trovare e comprendere informazioni in modo semplice e intuitivo;
- renda l’utente più autonomo e sicuro nell’interazione con il sito web;
- elimini le difficoltà di utilizzo di un sito web.

È, infatti, obiettivo primario del progetto “Più URP” migliorare l’esperienza digitale dei cittadini e il loro rapporto con l’Ente grazie all’adozione di un nuovo modello web con interfacce studiate per essere coerenti, fruibili e accessibili a tutti, attraverso due modalità: “cittadino informato”, aggiornando costantemente il sito Internet e “cittadino attivo”, usufruendo dei flussi d’interfaccia relativi ai servizi erogati.

## *Conclusioni*

Sulla spinta propositiva di normative e tavoli di lavoro che profilano una nuova amministrazione 2.0, il progetto “Più URP” ha previsto la creazione di una architettura digitale di informazione e comunicazione per dotare il CNR di una *infrastruttura partecipativa* efficace ed efficiente in grado di far dialogare gli URP degli EPR. Infrastruttura utile non solo ad affrontare problemi legati ai servizi e agli aspetti più specifici della informazione e della comunicazione digitale al cittadino ma anche a generare quella economia immateriale capace di sfruttare appieno l'intelligenza collettiva della Rete su tutto il territorio nazionale. “Fare rete” risponde perfettamente ai principi di condivisione e cooperazione. Lo sviluppo di una metodologia comune agli uffici URP degli EPR, pur nel rispetto della specificità di ognuno, potrebbe, infatti, dar vita in un prossimo futuro a una prassi organizzativa innovativa, riproducibile anche in altre realtà pubbliche, e a una struttura di informazione e comunicazione associata. Mettere, quindi, insieme enti di ricerca per la standardizzazione di procedure e modulistica, l'individuazione di percorsi comuni per la gestione dei reclami e segnalazioni, la garanzia ai cittadini dell'esercizio del diritto di accesso, di informazione e partecipazione, costituisce di certo un obiettivo di lungo periodo piuttosto ambizioso. Ma l'idea guida rimane comunque la stessa: aumentare la fiducia del cittadino nella pubblica amministrazione, facilitando percorsi che possano concretamente dare vita alla “casa del cittadino”.

## *Bibliografia*

- D.lgs. del 3 febbraio 1993, n. 29 “Razionalizzazione dell'organizzazione delle amministrazioni pubbliche e revisione della disciplina in materia di pubblico impiego, a norma dell'articolo 2 della legge 23 ottobre 1992, n. 421”.
- Legge del 7 giugno 2000, n. 150 «Disciplina delle attività di informazione e di comunicazione delle pubbliche amministrazioni”.
- DPR del 21 settembre 2001 n. 422 “Regolamento recante norme per l'individuazione dei titoli professionali del personale da utilizzare presso le pubbliche amministrazioni per le attività di informazione e di comunicazione e disciplina degli interventi formativi”.
- “Direttiva Frattini” del 7 febbraio 2002 “Attività di comunicazione delle Pubbliche Amministrazioni”.

- Legge 7 agosto 1990, n. 241 e s.m.i. “Nuove norme in materia di procedimento amministrativo e di diritto di accesso ai documenti amministrativi”.
- Decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445 e s.m.i. “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di documentazione amministrativa”.
- D.lgs. 14 marzo 2013, n. 33 “Riordino della disciplina riguardante il diritto di accesso civico e gli obblighi di pubblicità, trasparenza e diffusione di informazioni da parte delle pubbliche amministrazioni” e s.m.i..
- Decreto legislativo 7 marzo 2005, n. 82 “Codice dell’amministrazione digitale”.
- Regolamento (CE) n. 1205/2008 della Commissione del 3 dicembre 2008 recante attuazione della direttiva 2007/2/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda i metadati.
- Decreto legislativo 30 giugno 2003, n. 196 e s.m.i., “Codice in materia di protezione dei dati personali”.
- Regolamento (UE) 2016/679 del 27 aprile 2016 relativo alla protezione delle persone fisiche con riguardo al trattamento dei dati personali – GDPR.
- Legge 9 gennaio 2004, n. 4 e s.m.i. “Disposizioni per favorire esemplificare l’accesso degli utenti e, in particolare, delle persone con disabilità agli strumenti informatici”.
- Decreto legislativo 10 agosto 2018, n. 106 “Riforma dell’attuazione della direttiva (UE) 2016/2102 relativa all’accessibilità dei siti web e delle applicazioni mobili degli enti pubblici”.
- The World Wide Web Consortium (W3C) ([www.w3.org/Consortium/](http://www.w3.org/Consortium/)).
- AGID (Agenzia per l’Italia digitale) “Le nuove Linee Guida di design per i servizi web delle pubbliche amministrazioni” - 2022 (*in pubblicazione*).
- AGID “Linee guida di design per i servizi digitali della PA” - 2021.
- AGID “Linee guida per accesso telematico ai servizi della Pubblica Amministrazione” - 2021.
- AGID “Linee guida sull’accessibilità degli strumenti informatici” - 2021.
- AGID “Linee guida sull’interoperabilità tecnica delle Pubbliche Amministrazioni” - 2021.





# La Ludoteca del Registro. it

*Giorgia Bassi, Beatrice Lami*

Istituto di Informatica e Telematica (CNR-IIT), Pisa

## *Perché un progetto di educazione digitale*

La Ludoteca del Registro. it è un'iniziativa di educazione digitale destinata a bambini e ragazzi.

Il progetto, curato dal Registro. it, anagrafe dei domini Internet con estensione .it, e patrocinato dall'Autorità Garante per l'Infanzia e l'Adolescenza, ha l'obiettivo di diffondere la cultura della Rete, intesa come risorsa e opportunità per le giovani generazioni.

I laboratori si basano su attività ludiche che coinvolgono i bambini in un percorso didattico interamente dedicato a Internet, alla scoperta dei meccanismi di funzionamento, della sua storia e organizzazione, delle sue risorse e servizi.

Dal 2011 sono oltre 16.000 i bambini incontrati in tutto il territorio nazionale, per un totale di circa 1.650 ore di formazione.

A partire dall'anno scolastico 2018-19, è stato introdotto un percorso formativo interamente dedicato alla sicurezza informatica, per dare agli alunni delle primarie e dei primi anni delle scuole secondarie di primo grado alcune conoscenze e competenze utili a prevenire i rischi online.

Questa esigenza è nata dall'esperienza diretta dei laboratori, da cui è emersa, in tutte le fasce d'età, una scarsa e inadeguata conoscenza delle cyberminacce, associata a un uso molto frequente di vari risorse e servizi online, come ad esempio app, piattaforme di gioco, siti web. Aspetto questo evidenziato da una recente indagine presentata in occasione del Safer Internet Day 2022, a partire da un campione di 1.833 bambini italiani, tra i 5 e i 10 anni, con lo scopo di indagare le abitudini in merito all'uso dei dispositivi digitali e la consapevolezza circa i rischi online. I principali dati emersi sono:

- il 74% dei bambini fra i 5 e i 10 anni utilizza smartphone e tablet anche mentre è in compagnia degli amici preferendoli ad altri giochi;

- il 36% dei bambini intervistati ha ricevuto messaggi da sconosciuti e proposte di giochi e sfide pericolose online;
- il 40% dei bambini italiani tra i 5 e i 10 anni fornirebbe informazioni private e sensibili ad “amici” virtuali conosciuti online.

Se consideriamo invece la fascia di età delle scuole secondarie di primo e secondo grado, l'indagine promossa da Telefono Azzurro e condotta da Doxa Kids sempre per Safer Internet Day offre uno spaccato delle percezioni da parte degli adolescenti (campione di 815 giovani, tra i 12 e i 18 anni) riguardo le risorse digitali, dalle piattaforme di gioco, agli acquisti online e social network.

Dalle loro risposte, emerge un'inattesa coscienza relativa ai rischi dell'online. Il 94% degli intervistati ritiene che l'uso responsabile debba passare necessariamente dall'educazione della famiglia e dalla scuola, ma anche da una conoscenza tecnica di base degli strumenti digitali e dei servizi della Rete.

Inoltre, il 43% dichiara di aver fatto acquisti (nella maggior parte del caso legati al gaming) in autonomia; il 25% usando la carta di credito dei genitori con la loro autorizzazione, il 4% senza che i parenti ne sapessero nulla. Dati che evidenziano quanto sia urgente intervenire con azioni formative che diffondano la consapevolezza nell'uso delle risorse digitali, partendo dalle basi tecniche per affrontare poi i temi legati alla sicurezza, come ad esempio la tutela dei dati e della propria identità online.

### *Scoprire e giocare con la Rete*

I laboratori della Ludoteca per le primarie si focalizzano inizialmente su alcuni aspetti tecnici, per spiegare ai bambini intanto che cos'è Internet, vale a dire una rete che collega computer di vario tipo che si scambiano dati. Una definizione molto semplice, che ha lo scopo in qualche modo di evidenziare la materialità della Rete, percepita spesso dai bambini e ragazzi come un mondo “virtuale” in cui tutto è concesso.

Lo strumento didattico utilizzato per i laboratori nelle scuole primarie è la web app Internetopoli, una sorta di enciclopedia multimediale dedicata alla “città di Internet”, articolata in otto livelli tematici: come funziona la Rete (protocolli, indirizzo IP, web), i nomi a dominio, storia e organizzazione, social media, privacy in rete, informazioni e contenuti online, Internet delle cose, smart city.

La metafora della città lega coerentemente tutti i contenuti, anche quelli più legati agli aspetti tecnici: l'indirizzo postale delle varie case della città di Internet

diventa, per esempio, l'indirizzo IP di un dispositivo collegato a Internet, con la caratteristica di essere univoco (proprio come l'indirizzo postale) e dunque strumento per risalire e rintracciare l'utente/abitante.

A supporto dell'app, fruibile anche su Lim, è disponibile la "Guida per gli insegnanti", nella quale sono presenti tutti i contenuti dei livelli, riportati in un ordine lineare, con l'aggiunta di materiale di approfondimento e proposte di percorsi didattici da svolgere in classe. È possibile inoltre scaricare il gioco stampabile "Internetopoli - The Game", una sorta di gioco dell'oca ambientato nella città di Internet.

Le lezioni nelle classi prevedono una navigazione condivisa dell'app, seguita sempre da momenti di confronto, e attività di gruppo, svolte con strumenti molto semplici (cartelloni, schede operative, quiz e cruciverba in formato cartaceo), in modo da consentire la partecipazione anche a scuole meno dotate da un punto di vista tecnologico. Dal punto di vista delle metodologie didattiche si cerca di rompere lo schema della lezione frontale, stimolando il dibattito e le attività di gruppo.

Naturalmente a seguito della pandemia è stato necessario rimodulare le attività in modalità DaD, privilegiando un uso della web app, proposta sempre però stimolando il dibattito e l'interazione anche attraverso l'uso di app per lo svolgimento di giochi online e quiz.

Per rendere ancora più scalabile l'esperienza dei laboratori, prima della pandemia, è stata avviata l'iniziativa di peer education Let's Bit! che ha coinvolto i ragazzi delle scuole secondarie di secondo grado nel ruolo di educatori digitali alle primarie.

Impegnati come "tutor di Internetopoli", i ragazzi hanno aumentato il livello di consapevolezza nell'uso delle risorse digitali, riflettendo con maggiore attenzione sui propri comportamenti online, riportati come esempio ai più piccoli.

I vantaggi del modello educativo di Let's Bit! si sono resi evidenti anche nei bambini, grazie all'instaurarsi di un naturale desiderio di emulazione nei confronti di questi giovani educatori.

### *Laboratori di cybersecurity*

A partire dall'anno scolastico 2018-19 l'offerta formativa si è arricchita di moduli didattici specifici sulla cybersecurity, con l'obiettivo di far riflettere bambini e ragazzi su alcuni tra i comportamenti potenzialmente più rischiosi della vita online: richieste di contatto da parte di sconosciuti, furto di dati

personali, download da siti sconosciuti, connessioni a reti non sicure. L'obiettivo è stimolare un atteggiamento di cautela, attraverso la conoscenza dei rischi e soprattutto l'adozione di pratiche di "igiene informatica", come ad esempio la scelta attenta delle password, l'aggiornamento regolare dei sistemi operativi, il download di app solo da store ufficiali.

I laboratori per le primarie (classi 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup>) sono introdotti da una breve presentazione che, attraverso immagini di vita quotidiana (cintura di sicurezza, igiene orale), sottolinea l'importanza di prevenire il rischio.

Per arricchire l'offerta delle risorse didattiche, rivolte soprattutto ai ragazzi delle secondarie di primo grado, sono stati realizzati anche dei *comics*, pubblicati sulla rivista del CNR Comics&Science, dal titolo "Nabbovaldo, ovvero le stagioni a Internetopoli" (2016) e "Nabbovaldo contro i pc zombie" (2018). I fumetti raccontano le avventure di Nabbovaldo (unione del termine "nabbo" che nel gergo dell'online indica un "novellino" e l'ingenuo Marcolvaldo del romanzo di Calvino), un giovane tuttofare che però spesso non ha conoscenze adeguate per evitare alcune insidie del mondo online.

Il materiale cartaceo utilizzato per i giochi proposti durante i laboratori nelle classi ("Cyber Security Quiz", "Trova l'errore" e "Trova la differenza") ha per protagonista proprio l'ingenuo Nabbovaldo.

Tra gli argomenti affrontati:

- principali tipi di malware e attacchi informatici;
- tutela dei dati personali;
- contromisure (autenticazione, crittografia, firewall, antivirus);
- buone pratiche.

Tra le attività in presenza, prima della pandemia, anche un bowling sulla sicurezza, in cui i birilli rappresentano i comportamenti da evitare per non avere problemi di sicurezza, come per esempio il download da siti non sicuri, cliccare su link inviati da sconosciuti e non aggiornare i sistemi operativi.

Con il gioco del "Cifrario di Giulio Cesare" si introduce infine in modo divertente il tema della crittografia, una delle principali contromisure per la sicurezza dei dati in rete.

### *Il videogioco Nabbovaldo*

Il personaggio di Nabbovaldo è diventato anche il protagonista del videogioco “Nabbovaldo e il ricatto dal cyberspazio”, lanciato nel 2021 e destinato ai ragazzi di età tra gli 11-14 anni.

La scelta di sviluppare, all'interno di questo progetto, un videogioco educativo sulla cybersecurity rappresenta un'ulteriore spinta nella diffusione della cultura della sicurezza informatica attraverso una modalità innovativa e ricca di potenzialità.

I giochi e, a maggior ragione i videogiochi, sono coinvolgenti e accattivanti per bambini, ragazzi, ma anche per gli adulti, e per questo sono sempre più utilizzati come strumento didattico, in ambito scolastico ma anche di formazione professionale. In quest'ultimo caso, generalmente, si parla di “serious game”. I videogiochi hanno inoltre la caratteristica di stimolare soft skill trasversali, come ad esempio il problem solving e lo spirito collaborativo.

Il videogioco Nabbovaldo è single player ed è concepito come un'avventura in quattro capitoli ambientata a Internetopoli e articolata in queste macro-sezioni:

- Ambienti;
- Dialoghi;
- Mappa;
- Minigiochi;
- Nabbopedia.

L'entrata nei vari Ambienti di Internetopoli comporta l'attivazione dei Dialoghi che introducono nozioni e concetti importanti relativi soprattutto ad alcune buone pratiche di cybersecurity (impostazioni password, gestione di messaggi da sconosciuti, gestione dati sui social network).

La navigazione nei vari Ambienti avviene tramite una Mappa su cui è possibile “geolocalizzare” Nabbo. I minigiochi, a chiusura di ogni capitolo, sono di tipo “arcade”, di riflesso quindi (come ad esempio “Wock a worm!”) e di tipo puzzle in cui il giocatore deve sfruttare le proprie capacità di ragionamento (come ad esempio nel gioco “Installazione”).

Infine la sezione Nabbopedia, un piccolo dizionario in cui sono raccolte le definizioni dei termini tecnici, per lo più legati alla cybersecurity, che il giocatore può raccogliere durante il gioco e che può consultare in qualunque momento.

Nei quattro capitoli il giocatore ha modo, attraverso gli scenari e soprattutto i dialoghi dei personaggi, di conoscere alcuni aspetti fondamentali della cybersecurity, tra i quali:

- malware e attacchi informatici (tra i quali il ransomware a cui fa riferimento il titolo);
- protezione dei dati personali (soprattutto in ambito di social media);
- dark web;
- contromisure tecniche (autenticazione, firewall, antivirus);
- contromisure comportamentali.

Si introducono inoltre anche alcuni aspetti legati ai rischi nella sfera sociale: hate speech, troll e si fa riferimento anche alla problematica della disinformazione e gestione delle fake news.

Il gioco è gratuito e scaricabile dai principali app store.

I laboratori di approfondimento al videogioco nelle scuole sono iniziati nell'anno scolastico 2021-22 e hanno interessato 15 classi. Nel progetto sono stati inseriti due incontri di formazione con gli insegnanti per introdurli al videogioco e soprattutto alle nozioni base di cybersecurity. I docenti hanno quindi condotto in classe un laboratorio di approfondimento in autonomia ma con il supporto dello staff della Ludoteca che ha condiviso risorse e strumenti.

A livello di metodologia, il modello di riferimento è stato la “flipped classroom”, che vede nel momento del confronto in classe la base per mettere in atto una didattica di apprendimento attivo e collaborativo. Il momento della fruizione del gioco in autonomia ha rappresentato quindi una base di partenza per affrontare e approfondire in classe gli argomenti conosciuti in chiave ludica.

### *Cybersecurity4Teens*

Per le scuole secondarie di secondo grado da quest'anno scolastico (2021-22) è stato proposto il progetto Cybersecurity4Teens (CS4T) con l'obiettivo di promuovere la cultura della sicurezza informatica nella fascia dei giovani 15-19enni, molto abili dal punto di vista dell'utilizzo delle tecnologie digitali ma, spesso, non consapevoli dei possibili rischi e dunque potenziali vittime di attacchi informatici.

Nello specifico, il progetto CS4T si pone i seguenti obiettivi formativi:

- migliorare conoscenze, atteggiamenti e comportamenti di utilizzo della Rete Internet in modo da favorire l'adozione di pratiche di “igiene informatica” basate su un approccio preventivo, di conoscenza dei rischi;
- far acquisire ai ragazzi un curriculum verticale dedicato alla sicurezza informatica, incentrato sulle seguenti competenze:

- proteggere i dispositivi;
- proteggere i dati personali e la privacy;
- riconoscere e intervenire sui rischi del cyberspazio, inteso come interazioni di persone, software e servizi per mezzo di tecnologie.

Il percorso formativo, sviluppato all'interno dei PCTO, per un totale di 10 ore prevede una parte teorica di due webinar (principali tipi di attacchi informatici e contromisure), una pratico-laboratoriale condotta dai ricercatori dell'Unità di Ricerca Trust, Security and Privacy dello IIT-CNR.

### *Valutazione dei risultati*

A sostegno dell'efficacia dei percorsi formativi proposti in tutti gli ordini e gradi di scuole, a partire dall'anno scolastico 2020-21 e per il 2021-22, è stata portata avanti un'attività valutativa in collaborazione con il Dipartimento di Formazione, Lingue, Intercultura, Letterature e Psicologia (FORLILPSI) dell'Università di Firenze che prevede, prima dell'inizio degli incontri e al termine degli stessi, la somministrazione agli studenti di un questionario che indaga il loro utilizzo di Internet e il livello di consapevolezza rispetto alle minacce informatiche e alle contromisure. La rilevazione è avvenuta in maniera anonima, nel pieno rispetto delle tutele e dei diritti in materia di privacy. I dati raccolti dalla somministrazione dei questionari saranno trattati in maniera aggregata, al fine di trarre conclusioni relativamente all'efficacia del progetto.

I risultati di questo primo anno di valutazione evidenziano un miglioramento generale in tutte le classi di ogni ordine e grado, sia nelle conoscenze relative ai rischi che in quelle legate agli aspetti di sicurezza informatica e alle opportunità offerte dalla Rete.

### *Sviluppi futuri*

Sicuramente il tema della cybersecurity sarà ancora centrale nell'offerta didattica per l'anno 2022-23. In particolare, si prevede di ottimizzare i laboratori legati al videogioco e indirizzati alle scuole secondarie di primo grado.

A questo proposito, al momento è in fase di redazione una guida operativa per insegnanti sulle modalità di utilizzo del videogioco e una guida per alunni con percorsi di approfondimento tematici.

Tra gli sviluppi futuri anche il restyling grafico e la riorganizzazione dei contenuti della web app Internetopoli in un'ottica di gamification, per rendere questa risorsa ancora più vicina ai nuovi e più innovativi modelli di apprendimento.

Inoltre, al momento sono in corso di definizione alcune collaborazioni con organizzazioni europee di cybersecurity, interessate a promuovere azioni e strategie comuni di awareness. Tra queste citiamo la collaborazione con Ecso, agenzia europea per la cybersecurity e in particolare con la sua sezione educational rivolta alle giovani generazioni, Youth4Cyber. Tali partnership potrebbero portare alla localizzazione nei principali paesi membri di Ecso di alcuni strumenti didattici del progetto, a partire dalla web app Internetopoli e dal videogioco Nabbovaldo.



# Progettazione di pillole di scienza per la divulgazione delle problematiche e delle opportunità di risoluzione nella contaminazione di suoli ed acque di falda: il caso dei solventi clorurati

*Simona Giugliano*

Sapienza Università di Roma

## *Materiali e metodi*

Per la realizzazione del progetto ci si è avvalsi dell'utilizzo del programma Windows Movie Maker, in grado di assemblare parte audio e video, quest'ultima creata tramite registratore.

Obbiettivo è stata la creazione di 10 brevi video divulgativi, prodotti in lingua italiana ed inglese, della durata complessiva di 1 minuto cadauno, rivolti tanto ad un pubblico di “non addetti ai lavori”, quanto ad un pubblico dotato di una cultura tecnico-scientifica di base.

Tematica affrontata è stata quella della contaminazione da solventi clorurati delle matrici ambientali.

Il tutto attraverso un'analisi approfondita dei seguenti aspetti:

- cosa sono i DNAPL (*Dense Non Aqueous Phase Liquid*, liquidi densi in fase non acquosa)?
- in cosa risultano impiegati?
- da dove nascono?
- come si muovono?
- quali recettori intaccano?
- quali conseguenze comportano?
- come mitigarne gli effetti?

## *Aspetti chiave*

Per le sue caratteristiche intrinseche, la ricerca scientifica non risulta sempre accessibile a tutti, a differenza di quanto accade nella comunicazione pubblica.

Spesso, infatti, gli argomenti affrontati non riguardano solo aspetti immediatamente percepibili e comprensibili.

Di solito, la documentaristica tradizionale è molto concentrata sull'esposizione dei risultati finali di una ricerca e di ciò che emerge da lunghe osservazioni ed elaborate fasi di trattamento dei dati.

Da qui l'idea di progettare e realizzare una serie di brevi video di pillole di scienza sui solventi clorurati, cercando di rendere accessibile a chiunque un mondo, quello della ricerca, che appare tanto affascinante quanto, a tratti, incomprensibile.

Questa è la strada per migliorare ed ampliare la conoscenza, abbattendo quelle barriere culturali, troppe volte origine di scontri e divisioni.

### *Creazione delle 10 pillole*

Per ogni singola pillola è stato predisposto un testo esplicativo sui diversi aspetti della contaminazione da solventi clorurati e un titolo introduttivo, come di seguito elencato:

- Ci presentiamo...
- Dove siamo?
- Fai molta attenzione!
- Viaggia insieme a noi!
- Come liberarsi di noi?
- Ci pensa la natura!
- Su e giù oppure dentro la barriera
- Ma il problema siamo veramente noi?
- Come sostituirci?
- Tocca a te!

In seguito, si è passati alla ricerca del materiale grafico necessario alla realizzazione del prodotto. A tal fine si è fatto ricorso alla piattaforma Eiduco della Sapienza Università di Roma.

Una piattaforma didattica telematica, fruibile via web attraverso la rete Internet/Intranet, che aiuta gli studenti ad ottimizzare i tempi dedicati allo studio ed i docenti ad ottenere feedback oggettivi sulla qualità del proprio insegnamento.

Alla base vi è l'introduzione di una metodologia di tag per lezioni audio-registrate che integra i modelli tradizionali di apprendimento e di insegnamento

e che permette agli studenti di contrassegnare passaggi significativi durante la lezione per poi riascoltarla puntando direttamente ai passaggi importanti.

Al contempo, Eiduco comprende un set di funzionalità per accelerare la fase di ripasso e approfondire i temi trattati a lezione in modo sistematico, coinvolgendo eventualmente anche colleghi e docenti. Eiduco ha come presupposto il fatto che le lezioni possano essere audio registrate dal docente.

Gli studenti interagiscono con la piattaforma attraverso comuni web-browser e mediante due moduli: il modulo Eiduco In-Class, utilizzato durante la lezione attraverso telefoni cellulari, tablet o PC ed estendibile (opzionale) con modalità in-stream anche alle utenze collegate da remoto e il modulo Eiduco AfterClass, utilizzato durante lo studio in fase di ripasso e di approfondimento.

I docenti, sempre attraverso comuni web-browser, hanno la possibilità di utilizzare ulteriori due moduli: Eiduco Organizer, per la gestione delle lezioni, ed Eiduco Presenter per la presentazione delle lezioni in aula.

In secondo luogo, ci si è avvalsi anche di una ricerca web delle immagini necessarie.

Per la parte audio, una voce fuori campo, il voice over, ha accompagnato i 10 brevi video, animando i personaggi protagonisti delle pillole, ovvero i solventi clorurati.

### *Testo voce fuori campo*

Di seguito, il testo predisposto per la voce narrante, pillola per pillola.

#### PRIMA PILLOLA CI PRESENTIAMO...

Siamo i solventi clorurati.

Sostanze organiche che al loro interno posseggono uno o più atomi di idrogeno sostituiti da altrettanti atomi di cloro.

Di qui il nostro nome e quello della famiglia alla quale apparteniamo, gli “idrocarburi alifatici clorurati”.

Abbiamo un ottimo potere solvente, propellente, refrigerante e godiamo di scarsa infiammabilità. Ma possiamo essere anche molto pericolosi.

Siamo impiegati in tante attività industriali ma anche domestiche e rappresentiamo, quindi, una delle principali forme di inquinamento delle acque sotterranee, soprattutto a causa di un utilizzo poco controllato avvenuto in passato.

Per le nostre caratteristiche chimico-fisiche la bonifica di suoli e falde acquifere, contaminate dalla nostra presenza, risulta molto complessa.

Ciò perché siamo caratterizzati da:

- bassa solubilità in acqua;
- densità maggiore dell'acqua;
- viscosità inferiore all'acqua;
- scarsa degradabilità.

A temperatura ambiente (25 °C), la maggior parte di noi si presenta in forma liquida, mentre alcuni risultano gassosi.

## SECONDA PILLOLA

### DOVE SIAMO?

La nostra presenza è pressoché ubiquitaria.

A livello industriale, puoi trovarci durante le operazioni di sgrassaggio di parti meccaniche ed elettroniche e nella pulizia di metalli, pelli e tessuti (ad esempio nelle tintorie e lavanderie a secco). Oppure come solventi e materie prime nell'industria chimico-farmaceutica (farmaci, coloranti ed adesivi).

E ancora, nelle raffinerie di petrolio e gas, nella produzione di esplosivi, in alcuni liquidi refrigeranti e durante le attività di trattamento del legno.

Nell'industria alimentare, facilitiamo l'estrazione di oli e grassi vegetali e, fino a non molto tempo fa, eravamo impiegati anche per la rimozione della caffeina dai chicchi di caffè.

Nell'industria tessile, ancora oggi, siamo impiegati nella realizzazione di alcune fibre e tessuti resistenti ad attacchi termici e chimici.

Storicamente, siamo risultati utili come propellenti nei deodoranti per contenitori di rifiuti e servizi igienici, fumiganti per aiutare a controllare tarme, muffe e funghi, nonché come insetticidi per contrastare l'invasione di termiti e cavallette.

Quotidianamente, invece, pensa ai bianchetti che si utilizzano a scuola, oppure allo smacchiatore per rimuovere le macchie.

## TERZA PILLOLA

### FAI MOLTA ATTENZIONE!

Possiamo essere pericolosi sia per l'uomo che per l'ambiente, poiché tossici e cancerogeni, giungendo a compromettere, in alcuni casi, anche l'utilizzo della risorsa idrica.

Da ciò derivano i limiti di concentrazione massima ammissibile (CMA) per le acque destinate ai consumi umani.

Per il tricloroetilene (la più nota trielina), ad esempio, il limite è di 0,01 mg/L, per dare un'idea un cucchiaino da caffè in una vasca da bagno piena d'acqua!

Il nostro assorbimento avviene prevalentemente per via respiratoria, ma è possibile anche un'introduzione per via cutanea o digestiva; gli effetti riguardano principalmente il fegato, i reni ed il sistema nervoso centrale.

Tali conseguenze si manifestano in seguito ad un'esposizione prolungata nel tempo.

Il largo utilizzo industriale, commerciale o artigiano fatto nei decenni passati e gli smaltimenti scorretti hanno causato una nostra notevole diffusione sia nelle acque superficiali che in quelle sotterranee.

Qui non rimaniamo inalterati, ma subiamo processi di trasformazione, soprattutto ad opera di microrganismi che, da un lato, possono ridurre la nostra presenza, ma dall'altro possono originare prodotti ancora più pericolosi.

#### QUARTA PILLOLA VIAGGIA INSIEME A NOI!

Poiché più pesanti dell'acqua, sprofondiamo fino al punto più basso di un acquifero e, a contatto con strati a bassa permeabilità, tendiamo a stratificarci.

La nostra mobilità è influenzata da vari parametri, quali:

- volume di contaminante;
- tipologia della fonte inquinante;
- entità dell'infiltrazione;
- capacità di ritenzione del terreno.

Possiamo manifestarci in quattro modi diversi.

Possiamo essere presenti come un liquido puro.

Oppure possiamo sia dissolverci all'interno delle acque di falda, in virtù della nostra solubilità, sia vaporizzarci, grazie alla nostra volatilità.

Formeremo, quindi, quelli che sono due diversi "pennacchi di contaminazione", un pennacchio di vapori ed un pennacchio disciolto.

Ma possiamo rimanere intrappolati anche nelle fratture del terreno, inquinando così il suolo il quale, attraversato dall'acqua, ci rilascerà lentamente.

Si avrà allora lo sviluppo di quelle che sono dette "sorgenti persistenti a lento rilascio". Ecco perché, una volta insediati, è molto difficile farci andar via.

Inoltre, per rimuoverci completamente, può occorrere molto tempo, anche decenni se non secoli, se non si interviene nel modo opportuno!

#### QUINTA PILLOLA COME LIBERARSI DI NOI?

Nella maggior parte dei casi viene utilizzato il Pump & Treat, una tecnica che consiste in pozzi che intercettano tutta l'acqua contaminata dal sottosuolo, per poi trattarla e scaricarla in fogna o in corpi superficiali.

Il processo avviene attraverso le seguenti fasi:

- pompaggio dell'acqua inquinata da pozzi di estrazione; il numero di pozzi impiegati dipende dall'estensione dell'area da bonificare e dal tipo di sorgente contaminante;
- raccolta dell'acqua in serbatoi ed invio ad un impianto di trattamento, il quale può ridurci, assorbirci, rimuoverci o intrappolarci;
- depurazione dell'acqua inquinata e reinserimento della stessa nella falda o eventuale scarico in fognatura.

In questo modo, però, si consuma un'enorme quantità di acqua, che viene sottratta dalle falde, alterando i naturali equilibri idrogeologici ed impoverendo, progressivamente, la risorsa idrica.

Fortunatamente però, esistono oggi tecnologie chimiche, fisiche e biologiche, che consentono di ridurre la nostra massa, tossicità, mobilità, il nostro volume o la nostra concentrazione, evitando di sprecare l'acqua nella quale ci troviamo.

#### SESTA PILLOLA CI PENSA LA NATURA!!!

In condizioni adeguate, la biodegradazione e la volatilizzazione possono contribuire in modo significativo alla nostra rimozione dal sottosuolo, rendendo l'attenuazione naturale un'alternativa di bonifica potenzialmente importante.

Nei siti da noi contaminati, molto spesso, crescono e si sviluppano microrganismi che si sono adattati alla nostra presenza e ci utilizzano per sopravvivere.

Si tratta di un processo che avviene lentamente e diviene efficace se tali microrganismi risultano opportunamente stimolati.

In natura, però, non esistono le condizioni affinché ciò possa accadere senza un piccolo supporto esterno.

Perciò, se li aiutate nel "banchetto", sarà possibile la nostra trasformazione da sostanze più complesse e pericolose in composti più semplici ed innocui.

Basterà semplicemente fornire loro piccole particelle, dette elettroni.

È il caso della Declorazione Riduttiva Biologica

Una reazione di biodegradazione grazie alla quale i batteri si nutrono e crescono, mentre uno o più atomi di cloro sono progressivamente sostituiti da idrogeno.

Si avrà, dunque, la perdita graduale di 1, 2, 3, 4 atomi di cloro, fino ad ottenere, possibilmente, la formazione di etilene, un composto assolutamente innocuo e facilmente eliminabile per via naturale.

#### SETTIMA PILLOLA

##### SU E GIÙ OPPURE DENTRO LA BARRIERA!

Un'altra tecnica è quella dei Pozzi a Ricircolazione grazie ai quali l'acqua contaminata viene estratta, purificata e ricircolata direttamente nella falda, una sorta di "lavatrice" che pulisce le falde acquifere senza spreco netto di acqua.

Ciò si integra ad un'azione di strippaggio dei composti organici volatili.

Con questi pozzi è possibile, inoltre, distribuire direttamente in falda quegli elementi necessari a favorire la declorazione riduttiva biologica.

Esistono, poi, le Barriere Permeabili Reattive che ci impediscono di allontanarci dalla zona contaminata, nei cosiddetti pennacchi di contaminazione.

Così chiamate perché sono, appunto, barriere ai contaminanti, collocate direttamente nel sottosuolo. Sono costituite da materiali permeabili al passaggio dell'acqua i quali, reagendo alla nostra presenza, possono trasformarci, rendendoci meno tossici e riducendo la nostra concentrazione, degradarci, assorbirci, oppure immobilizzarci in modo permanente.

Tali tecnologie permettono una notevole riduzione dei costi rispetto al tradizionale processo di Pump & Treat, grazie alla loro applicabilità in situ.

#### OTTAVA PILLOLA

##### MA IL PROBLEMA SIAMO VERAMENTE NOI?

La nostra importanza come contaminanti delle acque di falda è stata riconosciuta soltanto a partire dagli anni '80, sebbene siamo stati prodotti ed utilizzati sin dall'inizio del secolo precedente; ciò a causa della mancanza di una reale consapevolezza sui possibili effetti negativi sull'ambiente del nostro utilizzo e conseguentemente della mancanza di una legislazione più stringente, che potesse prevenire il nostro sversamento incontrollato nel sottosuolo.

Inoltre, nel passato non erano disponibili metodi in grado di rilevarci anche

a basse concentrazioni. Ma soprattutto, per l'assenza di un'azione efficace da parte delle autorità competenti, che fosse in grado di sensibilizzare e smuovere le coscienze.

Inoltre, il nostro impiego eccessivo è stato determinato dalla notevole economicità e dalla facilità di manipolazione durante il nostro utilizzo.

Risultiamo, in alcuni casi, unici ed insostituibili, per una combinazione di parametri chimico-fisici che, rispetto ad altre sostanze, ci rendono ineguagliabili.

È difficile, infatti, poter trovare prodotti che allo stesso tempo siano volatili e godano di un eccezionale potere solvente e sgrassante, ma che, purtroppo, non risultino anche tossici e poco ecosostenibili.

#### NONA PILLOLA COME SOSTITUIRCI?

Al giorno d'oggi, si stanno spendendo risorse, tempo e competenze, al fine di sviluppare nuovi prodotti, meno impattanti e più vantaggiosi.

Ad esempio, per la Trielina, è stata considerata la sostituzione con l'anidride carbonica supercritica, sostanza a metà tra un liquido e un gas.

Quest'ultima, sfruttata per ottenere tè decaffeinato oppure in alcune lavatrici industriali.

In sostituzione del Dicloroetano si è valutato l'utilizzo di chetoni, più sostenibili a livello ambientale, da impiegare negli acetoni o nei bianchetti.

Mentre per gli smalti e le vernici si è pensato a solventi ossigenati e biodegradabili.

Altre alternative studiate sono quelle relative all'impiego di acqua e solventi acquosi, fluidi supercritici (es. etano), liquidi ionici o solventi polimerici.

Se in Europa però, in determinati ambiti, il nostro utilizzo risulta limitato e regolamentato, in altre zone del mondo ciò non avviene.

Ecco perché, spesso, prodotti importati nel nostro paese, possono risultare non conformi alle nostre leggi e direttive.

#### DECIMA PILLOLA TOCCA A TE!

Nel frattempo, spetta a te salvaguardare e valorizzare il tuo bellissimo Pianeta.

Come? Attraverso azioni che, a partire dai piccoli gesti quotidiani, possano fare la differenza! Ad esempio, smaltire in modo corretto i rifiuti.

Perciò, dalle prossime volte, prima di gettar via sostanze che possono conte-



nere al loro interno solventi clorurati, assicurati di aver letto bene l'etichetta, riportante le loro caratteristiche nonché le regole per un loro corretto impiego.

Potrai portarle presso un'isola ecologica, dove troverai serbatoi adatti a smaltirle in maniera sostenibile.

Esse potranno essere così recuperate e processate.

E non dimenticare che da ogni scarto può derivare una nuova risorsa.

Perché gli errori di oggi rappresentano, spesso, l'eredità di una cattiva gestione del passato, ma ciascuno di noi può e deve cambiare la rotta.

Verso un futuro più sostenibile economicamente e dal punto di vista ambientale.

### *Montaggio*

Al momento è stato realizzato un breve trailer introduttivo alle pillole, il cui montaggio risulta in fase di progettazione, insieme ad elementi grafici e doppiaggio.

### *Elementi grafici e testi a corredo delle immagini*

I testi e gli elementi grafici, parte integrante ed esplicativa dei 10 video, sono in fase di elaborazione.

### *Doppiaggio e audio*

Il doppiaggio sarà realizzato da me, allegando la voce fuori campo alle scene delle pillole. Per la registrazione usufruirò del microfono del cellulare.

Alla voce fuori campo sarà allegata anche una colonna sonora, come sottofondo musicale, per dare maggior enfasi alla trattazione.

### *L'importanza del progetto*

Il lavoro è stato pensato con l'obiettivo di informare e responsabilizzare i cittadini riguardo alle tematiche relative alla contaminazione di suoli ed acque di falda da solventi clorurati.

Le possibili eventuali ricadute andrebbero dal semplice cambiamento del proprio stile di vita quotidiano, ad iniziative di carattere istituzionale (es. azioni

di governo a favore della sensibilizzazione dell'opinione pubblica e a favore della salvaguardia dell'ambiente).

### *Discussione*

Scelte ed azioni quotidiane, spesso effettuate in maniera inopportuna ed inconsapevole, rischiano di mettere in serio pericolo la salute del nostro pianeta e della nostra stessa specie.

È il caso dell'utilizzo di sostanze contenenti solventi clorurati, composti che possono presentarsi vantaggiosi da un lato, ma risultare tossici e cancerogeni dall'altro.

Ad oggi, l'attenzione verso il nostro pianeta sta acquisendo sempre più rilevanza non solo da parte delle istituzioni ma anche dell'opinione pubblica.

Non c'è più tempo.

La tendenza deve cambiare e in fretta.

Solo così sarà possibile scongiurare uno scenario che, altrimenti, potrebbe diventare irreparabile.

### *Conclusioni*

Una possibile risposta alla riduzione, o ancor meglio, all'eliminazione dei solventi, consiste nella realizzazione di sintesi senza solventi: un'alternativa di questo tipo, in ogni caso, non entra automaticamente nel campo delle strategie a basso impatto ambientale, dal momento che è necessario tener presente anche altri fattori, quali il work up, la resa e la fonte di energia impiegata. Molto spesso, quindi, non è possibile (né conveniente) rinunciare ai solventi: quello che si può fare, tuttavia, è ridurre il numero, cercando di scegliere quelli più compatibili a livello ambientale.

Un'impostazione del tipo "riciclo e riutilizzo" rappresenta sicuramente un primo passo verso la riduzione dei volumi di solventi.

*Conditio sine qua non* è che ciò risulti commercialmente vantaggioso e che ci sia un mercato dei prodotti riciclati.

Qualora fosse necessario smaltire un solvente, bisognerebbe innanzitutto assegnarlo alla categoria "alogenati" o a quella "non alogenati".

I solventi organici esausti sono molto spesso costituiti da diversi componenti: nel caso non fosse possibile individuarne uno predominante, sarebbe necessario considerare l'intero volume come "miscela di solventi".

Ma in definitiva, come scegliere i solventi adatti?

Valutando la presenza delle seguenti proprietà:

- numero ristretto di solventi non acquosi;
- basso rischio potenziale;
- gestione facile e sicura;
- bassa reattività;
- buone proprietà di riciclo (es. pulizia ed essiccamento facili);
- bassi costi di acquisto e smaltimento.

### *Bibliografia*

- Aulenta F., Petrangeli Papini M., Beccari M., Majone M. (2005), *Caratterizzazione cinetica e microbiologica di biofilm anaerobici nel risanamento in situ di falde acquifere contaminate da solventi clorurati*, workshop “Biofilm Microbici”, Roma.
- Cazzuffi D., Pietrini I. (2013), *La bonifica di siti contaminati: un approccio divulgativo*, «Ambiente Rischio Comunicazione», 7.
- Luchetti L., Diligenti A. (2018), *Protocollo tecnico per le attività di Phytoscreening*. ARTA Abruzzo, Distretto Provinciale di Chieti.
- Luciano A. (2009), *Studio del comportamento dei DNAPLs nel suolo e nel sottosuolo: analisi sperimentale e simulazione numerica*, tesi di dottorato, Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”.
- Majone M., Petrangeli Papini M., Rolle E., Cicconi V., Beretta G.P., Maffucci M. (2009), *Messa in sicurezza e bonifica di falde contaminate: applicazione del D.M. 471/99*, «La Chimica, l’Industria», gen./feb.
- Marin M. (2017), *Monitoraggio geofisico di tecniche di bonifica di siti contaminati*, tesi di laurea magistrale, Università degli Studi di Padova.
- Pierro L., Matturro B., Rossetti S., Sagliaschi M., Sucato S., Bartsch E., Alesi E., Majone M., Arjmand F., Petrangeli Papini M. (2016), *Un nuovo processo per la bonifica di sorgenti residuali di DNAPL: risultati della prima sperimentazione in piena scala*, «Ingegneria dell’Ambiente», 2.
- Rossetti S., Aulenta F., Tandoi V., Majone M., Matturro B., Petrangeli Papini M. (2012), *Biorisanamento di acque sotterranee contaminate da solventi clorurati: batteri responsabili del processo e strategie applicative*, convegno “Bonifica, recupero ambientale e sviluppo del territorio: esperienze a confronto sul fitorimedio”, «Micron», 22.
- Zolla V., Di Molfetta A., Tosco T., Sethi R. (2016), *Confronto tra differenti reagenti per la degradazione di solventi clorurati e l’immobilizzazione di mercurio*, convegno “RemTech”, Ferrara.



# Ricercatori al museo. Il progetto MEKE tra ricerca e pratica di public engagement al Museo Nazionale Scienza e Tecnologia “Leonardo da Vinci”

Sara Calcagnini<sup>a</sup>, Sofia Florio<sup>a</sup>, Giuseppe Pellegrini<sup>b</sup>,  
Stefania Piquereddu<sup>a</sup>, Andrea Rubin<sup>b</sup>, Fabrizio Stavola<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci, Milano

<sup>b</sup> Cosmo Cooperativa Sociale, Vicenza

## 1. Introduzione

L'impegno dei ricercatori in attività di comunicazione rivolte al pubblico è cresciuto negli ultimi decenni. Per molti scienziati la volontà di far conoscere il proprio lavoro è associata da un lato al bisogno di ottenere finanziamenti e far conoscere gli esiti (anche sociali) della propria attività, dall'altro alla necessità di informare su questioni tecno-scientifiche di rilevanza pubblica. Parallelamente, si riscontra un interesse crescente dei cittadini per le storie di scienza e il desiderio di ascoltare direttamente dagli scienziati il racconto sulle ultime scoperte e le loro esperienze di ricerca<sup>1</sup>. Negli ultimi anni, iniziative come la Notte Europea dei Ricercatori hanno visto costantemente aumentare il numero di cittadini che vi partecipano per scoprire “il volto umano della ricerca” e allontanare quello stereotipo che vede la scienza come un'attività riservata a persone con doti “speciali”.

Tra i luoghi deputati a favorire l'incontro tra scienza e società vi sono certamente i musei scientifici, come “agorà” (Einsiedel, Einsiedel, 2004) che incoraggiano gli individui a continuare ad apprendere (Xanthoudaki, 2003), a livello professionale e personale, per adattarsi a una realtà in continua trasformazione, contribuendo ad affrontare il futuro e migliorare la qualità della vita di tutti, e i ricercatori a formarsi alla comunicazione della scienza.

In termini di educazione informale della scienza, eventi e iniziative di *public engagement* (PE) in musei della scienza e *science center* non si configurano

<sup>1</sup> Nel 2019, ultimo anno prima della sospensione delle attività a causa della pandemia, il 45% degli italiani dichiara di aver visitato almeno una volta un museo o una mostra scientifica, e il 25% di aver seguito un incontro o dibattito pubblico dedicato alla scienza e alla tecnologia (Bucchi, Saracino, 2020).

semplicemente come un trasferimento uni-direzionale di sapere specialistico dagli esperti al pubblico, ma come uno scambio a due vie che favorisce l'apprendimento reciproco, e in cui tutti i soggetti coinvolti traggono beneficio dall'ascolto e dalla condivisione di conoscenze, idee e valori (McCallie *et al.*, 2009).

Alcune questioni rimangono aperte: come possono essere organizzati eventi di PE in modo che tutti i soggetti coinvolti (ricercatori, educatori e pubblico) ne abbiano beneficio? Soprattutto, come possono essere sviluppate attività efficaci di PE con i ricercatori nel contesto museale? A partire da queste domande di ricerca si è sviluppato il progetto "Museum Engagement for Knowledge Exchange" (MEKE), realizzato con il contributo di Fondazione Cariplo nell'ambito del bando "Scienza, Tecnologia e Società" e coordinato dal Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci di Milano (MUST).

Questo contributo presenta il progetto e il suo disegno di ricerca, soffermandosi in particolare sulla formazione sperimentale al PE per i ricercatori, e alcune considerazioni in itinere in termini sia di pratica educativa che di ricerca.

## 2. Il progetto MEKE

Il progetto nasce dall'esigenza degli educatori del MUST di incorporare nella loro pratica di PE maggiori competenze di ricerca, e dalla necessità di trovare nella ricerca risposte a domande relative alla pratica educativa, allo sviluppo della riflessività e al miglioramento delle attività. Queste non riguardano solo i ricercatori, il pubblico e gli educatori che ne facilitano l'incontro, ma anche gli insegnanti in quanto interlocutori centrali per il Museo e il suo rapporto col mondo della scuola, a sua volta pubblico di attività di PE.

MEKE ha costituito un gruppo di lavoro composto da *education practitioners* del Museo e ricercatori sociali della Cooperativa Cosmo, unendo alla prospettiva educativa un approccio sociologico specializzato in comunicazione della scienza e rapporto scienza e società.

Il progetto si è posto i seguenti obiettivi: (a) lo studio della metodologia e dell'efficacia delle attività di PE del MUST; (b) la sperimentazione di un percorso di formazione al PE per ricercatori scientifici, insegnanti ed educatori del Museo caratterizzato dalla stretta collaborazione tra i soggetti coinvolti; (c) la realizzazione di attività di dialogo con diversi profili di pubblico museale (adulti, famiglie, studenti); (d) il monitoraggio della formazione e delle attività col pubblico nell'ambito della ricerca, allo scopo di valutare i benefici delle azioni implementate per gli attori coinvolti.

Un'attenzione particolare è stata dedicata ai ricercatori, sia in quanto protagonisti delle attività di PE, sia rispetto all'impatto che il dialogo con i cittadini può avere sul loro lavoro di ricerca, favorendone l'allineamento ai valori e alle aspettative della società.

La ricerca è stata incentrata sul metodo della Ricerca Azione, che integra elementi provenienti dalla "ricerca-azione" (Lewin, 2005; Barbier, 2007), dalla *jointly negotiated research* (Allen, Gutwill, 2016) e dalla *jointly conducted research* (Bevan, Penuel, 2018; Ryoo, Choi, McLeod, 2015), approcci che consentono una stretta collaborazione tra ricercatori sociali ed educatori in tutte le fasi della ricerca – dalla definizione della domanda di ricerca all'interpretazione dei suoi risultati – facendo procedere ricerca e pratica di pari passo.

La domanda di ricerca principale è la seguente:

*RQ1: Quali sono e come possono essere sviluppate attività efficaci di public engagement al Museo?*

Con "attività efficaci" il team MEKE ha inteso quelle esperienze che riescono a tener conto delle diverse esigenze, motivazioni, aspettative e obiettivi degli attori coinvolti in attività di PE al Museo (educatori, insegnanti, ricercatori e cittadini). La domanda di ricerca principale ha originato inevitabilmente altre sotto-domande:

*RQ2: Come interagiscono i diversi attori in un'attività di PE al Museo?*

*RQ3: Il Museo può essere un luogo privilegiato dove mettere in scena il dialogo tra scienza e società?*

*RQ4: Quali caratteristiche deve avere un'attività per poter essere definita "efficace"?*

*RQ5: Quali sono gli obiettivi di un'attività di PE che si svolge al Museo?*

Nel corso della ricerca si sono alternati strumenti e tecniche qualitative e quantitative. La prima fase empirica è stata condotta attraverso dei focus group che hanno coinvolto alcuni educatori del MUST e ricercatori, cittadini e insegnanti con esperienze pregresse in attività di PE<sup>2</sup>. Nella seconda fase,

<sup>2</sup> I focus group, svolti tra settembre 2020 e gennaio 2021, hanno coinvolto 7 ricercatori, 9 cittadini, 4 insegnanti della scuola secondaria di secondo grado, e 7 educatori del Museo (non facenti parte del team MEKE) con esperienza nello sviluppo ed erogazione di attività educative di public engagement.

per le attività di formazione e le successive iniziative di PE, sono stati impiegati questionari pre-post, schede di osservazione e brevi interviste con i partecipanti. Si tratta di tecniche tradizionalmente utilizzate nella valutazione delle differenti fasi di cui si compongono le attività di comunicazione pubblica della scienza (Neresini, Pellegrini, 2008).

I focus group hanno rappresentato la fase preliminare della ricerca, volta a individuare elementi chiave per la progettazione delle attività, oltre a elementi utili per rispondere a specifiche esigenze di ricerca e approfondimento rispetto a temi particolarmente rilevanti come ruoli, linguaggio, aspettative, motivazioni e apprendimento.

Con le interviste pre/post ai ricercatori in formazione, sono stati identificati gli elementi di convergenza e divergenza, mentre con le schede di osservazione è stato possibile monitorare alcuni aspetti rilevanti durante le giornate di formazione e di attività.

Questi strumenti sono stati sviluppati a partire dagli indicatori ideati da alcuni ricercatori nel campo della comunicazione pubblica della scienza e della tecnologia (*Public Communication of Science and Technology*, PCST) per consentire alle istituzioni di valutare e verificare il proprio impegno nel PE (Hart *et al.*, 2009; Neresini, Bucchi, 2011; Vargiu, 2014; Commissione Europea, 2015) anche in ambito museale (Hooper-Greenhill *et al.*, 2003). Includere nei progetti un'adeguata fase di monitoraggio delle iniziative di PE ha permesso di evidenziarne i punti di forza e debolezza, così da ridurre il rischio di perseverare nella direzione sbagliata, ma anche affinare la comprensione di ciò che tali iniziative cercano di ottenere (Gammon, Burch, 2006).

### 3. Le attività

Gli educatori del MUST hanno analizzato i focus group da una prospettiva puramente educativa individuando alcuni elementi di lavoro – definiti “nodi” – per lo sviluppo della formazione e delle attività col pubblico, e per supportare la riflessione sull'efficacia delle azioni implementate.

I nodi sono:

- attenzione alla diversità, inclusione e genere: come dare visibilità alla varietà di generi, persone e personalità del mondo della scienza, in modo da favorire l'inclusione e la partecipazione?



- linguaggio, storytelling, empatia, emozione: come rendere la comunicazione empatica, accessibile e significativa anche da un punto di vista emotivo?
- collaborazione educatore – ricercatore: come stringere un'alleanza tra i due incrociando le rispettive agende durante la formazione e le attività? Come bilanciare i rispettivi ruoli durante le attività (quello del facilitatore e quello dell'esperto)?
- dialogo: come stimolare una conversazione a due vie tra ricercatore e visitatore?
- conoscenza, informazione e apprendimento: come costruire conoscenza partendo dall'attività sperimentale, dal coinvolgimento e dal dialogo?
- ascolto: come mettere l'ascolto attivo al centro delle attività e delle interazioni tra gli attori in gioco?
- come funziona la scienza? Come allargare lo sguardo del visitatore al “dietro le quinte” della scienza, al suo farsi e al suo funzionamento?
- imprevisto: come trasformare l'intoppo tecnico o di interazione in un'occasione di dialogo ed empatia?
- attenzione: come catturare e mantenere l'attenzione del pubblico?
- pratica e formazione: come la formazione può supportare efficacemente la pratica e la riflessione degli attori coinvolti?

In termini di obiettivi generali, la formazione ha voluto offrire strumenti per una lettura complessa della ricerca scientifica, della comunicazione della scienza e dei ruoli di tutti gli attori coinvolti nel campo del PE, per lo sviluppo di consapevolezza critica rispetto a questi temi e di sensibilità per il dialogo e l'ascolto.

I dieci giovani ricercatori del percorso di formazione sono stati selezionati tenendo conto di criteri quali età, bilanciamento di genere, varietà di discipline e di istituti di affiliazione<sup>3</sup>, con l'intento di restituire al pubblico un'immagine

<sup>3</sup> Di seguito gli istituti e i campi di indagine dei ricercatori MEKE: Università degli Studi di Milano Bicocca, chimica e biotecnologia; Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea, Future Mobility Solutions Living Lab, co-creazione della mobilità automatizzata; Politecnico di Milano, ingegneria fisica e fotonica per la salute, l'agroalimentare e i beni culturali; Istituto FIRC di Oncologia Molecolare (IFOM), biotecnologia e immunologia nel campo delle patologie genetiche rare; Università degli Studi di Brescia, fisica delle particelle sperimentale; Politecnico di Milano, sviluppo sostenibile di aree marginali e di distretti industriali; Università degli Studi di Pavia, biologia marina, studio di specie aliene; Istituti Clinici Scientifici Maugeri, Pavia, neuroscienza cognitiva e cognizione motoria; Università degli Studi di Milano, LABANOF, bio-archeologia e antropologia; Istituto Mario Negri, neuro-infiammazione dopo un danno acuto cerebrale.

della ricchezza dei temi della ricerca, e combattere stereotipi di genere legati alla scienza, soprattutto per i più giovani.

La formazione dei ricercatori, iniziata nel novembre 2021, si è sviluppata secondo il seguente percorso, alternando incontri di formazione e pratica di comunicazione.

1. Incontro di introduzione al percorso e ai nodi (in particolare dialogo, empatia, storytelling e attenzione del visitatore) e preparazione ai format di PE tipici della pratica museale.
2. Pratica di attività di dialogo rivolte a famiglie e adulti nel contesto del Focus Live<sup>4</sup>. In quest'occasione i ricercatori si sono misurati con i format "speed date" e "3 minuti di celebrità": il primo è un "appuntamento al buio" tra un ricercatore e un visitatore, per parlare di sé e della ricerca in una conversazione libera e informale; il secondo è un contest tra ricercatori che, in tre minuti, presentano la propria ricerca in modo appassionante e originale per conquistare la preferenza del pubblico.
3. Incontro di approfondimento sul PE e riflessione sull'esperienza del Focus Live Festival.
4. Incontri di preparazione di attività di laboratorio al Museo, per le scuole, sui temi di indagine dei ricercatori.
5. Pratica di attività di formazione rivolta a 10 insegnanti della scuola secondaria di 2° grado, chiamati a coinvolgere le proprie classi nei laboratori con i ricercatori, e discussione su come comunicare la ricerca e il suo funzionamento.
6. Incontro online sulla gestione dell'imprevisto.
7. Pratica di attività di dialogo rivolte agli studenti nei laboratori del Museo.
8. Incontro conclusivo di riflessione sul percorso fatto.
9. Progettazione, col supporto degli educatori, di un'attività originale per la Notte Europea dei Ricercatori, che il Museo sta organizzando per settembre 2022.

### 3.1. Le attività con gli studenti

I laboratori educativi del Museo sono spazi per attività sperimentali su una varietà di temi scientifici e tecnologici rivolte a studenti, insegnanti, famiglie e

<sup>4</sup> Si tratta del festival del magazine «Focus», tenutosi al Museo dall'11 al 14 novembre 2021 (<https://live.focus.it/>).

adulti. La metodologia educativa adottata si fonda sul costruttivismo (Hein, 1991, 1998) e sull'*inquiry based learning*<sup>5</sup>. Gli educatori del Museo progettano e facilitano l'esperienza dei visitatori attraverso domande, riflessioni e momenti di confronto.

In occasioni particolari, come nel percorso MEKE, questi spazi ospitano il dialogo tra ricercatori e un pubblico di non esperti. L'obiettivo dell'incontro tra ricercatori e studenti non consiste nel dare alle classi un pacchetto chiuso di nozioni ma piuttosto offrire un'esperienza che susciti interesse e curiosità e, soprattutto, creare un terreno di incontro tra scuola e ricerca in cui tutti i partecipanti imparino dall'esperienza di dialogo.

Quale contesto elettivo per l'incontro tra ricercatori, educatori e studenti, il laboratorio al Museo è stato riconosciuto dai ricercatori MEKE come un passaggio chiave del proprio percorso di formazione.

Educatori e ricercatori hanno co-progettato delle attività educative per 10 classi di licei e istituti professionali di Milano e dintorni, sviluppando diversi percorsi individualizzati sul singolo ricercatore o, in un caso, coppia di ricercatori. I percorsi possono essere distinti in tre tipi secondo gli argomenti di ricerca e i materiali utilizzati.

1. Attività basate su strumenti e materiali accattivanti e insoliti, con cui il ricercatore svolge normalmente il proprio lavoro di laboratorio. Educatori e ricercatori hanno identificato un taglio adatto al target e hanno costruito insieme un canovaccio di azioni e racconti. Un esempio è rappresentato dall'attività esplorativa, progettata col ricercatore in antropologia fisica, basata sull'osservazione di alcuni frammenti di scheletro umano antico allo scopo di ricostruirne l'identità.
2. Attività consolidate nella pratica museale con strumenti propri dei laboratori del Museo, in cui gli studenti sono messi in situazioni ingaggianti legate ai temi dei ricercatori, che li proietta nel mondo della ricerca, fatto di aspettative, prove, delusioni e successi. Un esempio è la "reazione a catena luminosa"<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Metodologia che favorisce l'esplorazione di temi scientifici e tecnologici attraverso la sperimentazione diretta e l'uso del metodo scientifico come strumenti di indagine (<https://www.exploratorium.edu/education/ifi/inquiry>).

<sup>6</sup> Si tratta di un'attività tipica del Tinkering, una metodologia educativa sviluppata dall'Exploratorium di San Francisco basata sulla sperimentazione e sull'esplorazione creativa per l'apprendimento delle STEM (Wilkinson e Petrich, 2014). La Tinkering zone del Museo è uno spazio permanente dedicato (<https://www.museoscienza.org/it/offerta/ilab/tinkering-zone-maker-space>).

con la ricercatrice in fotonica, in cui i ragazzi hanno costruito un circuito di propagazione di un segnale luminoso utilizzando una serie di strumenti del laboratorio (lenti, specchi, prismi ecc.).

3. Attività in cui, in un percorso progettato ex novo, gli studenti stessi sono stati il mezzo per spiegare la ricerca, messi nelle condizioni di identificarsi non tanto col ricercatore quanto con l'oggetto di ricerca. Ad esempio, le ricercatrici in sviluppo urbano sostenibile e mobilità automatizzata hanno condotto insieme un'attività, sul modello d'indagine del focus group o del living lab, in cui le idee dei ragazzi hanno rappresentato le componenti con cui imbastire un progetto, mostrandone metodo e obiettivi.

La metodologia di formazione impostata dagli educatori del Museo è stata costruita su una forte sinergia tra pratica e riflessione, volta non solo a far trovare ai ricercatori la propria voce come comunicatori scientifici, ma anche a sviluppare consapevolezza del proprio ruolo nella società. Nelle esperienze passate, il programma proposto dal Museo prevedeva una formazione al PE precedente e distinta dalla pratica con i diversi pubblici. Grazie all'esperienza maturata e ai risultati dei focus group, in cui i ricercatori hanno rimarcato l'importanza della pratica nell'elaborazione di un'idea complessa di relazione con i cittadini, il modello passato di formazione del Museo è stato ribaltato: nel percorso MEKE teoria e pratica sono state intrecciate, permettendo ai ricercatori di confrontarsi e di riflettere da subito sull'esperienza concreta dell'incontro col pubblico<sup>7</sup>.

#### *4. Risultati di ricerca ottenuti finora*

Oltre ai focus group, sono state registrate 15 brevi interviste semi-strutturate ai ricercatori coinvolti nel percorso di formazione-comunicazione, sono stati somministrati 44 questionari al pubblico del Focus Live, e ulteriori dati sono stati raccolti durante l'attività di osservazione. Il materiale empirico prodotto ha fornito informazioni preziose per sviluppare le attività di formazione.

L'azione di ricerca sul pubblico ha restituito un riscontro positivo rispetto alle abilità di coinvolgimento dei partecipanti da parte dei ricercatori MEKE, e ha permesso di raccogliere informazioni sulle attività di comunicazione e sul ruolo

<sup>7</sup> Per alcune riflessioni su un precedente programma di formazione al PE del Museo rivolto ai ricercatori, si veda ad esempio l'articolo *The researcher as communicator: A competitor or an ally?* (Calcagnini, Xanthoudaki, 2016).

degli scienziati. I questionari hanno perlopiù confermato le tendenze registrate durante le indagini nazionali (Pellegrini, Rubin, 2022), ribadendo l'interesse verso le attività di comunicazione della scienza, la fiducia nei ricercatori e il desiderio di partecipare a un dialogo con gli scienziati su temi tecno-scientifici.

Le interviste pre-formazione ai ricercatori hanno permesso di comprendere le finalità che attribuiscono alla comunicazione del proprio lavoro, le abilità comunicative e le caratteristiche che, secondo il loro punto di vista, identificano un "buon comunicatore della scienza".

Durante gli incontri formativi, invece, i ricercatori hanno fatto emergere alcune criticità nell'interazione con un pubblico non esperto, tra cui la difficoltà ad affrontare temi eticamente sensibili senza assumere un atteggiamento di fideistico scientismo, o l'utilizzo di termini tecnici (ad esempio "razza" in antropologia forense) dinanzi a una mutata sensibilità disciplinare e sociale.

Inoltre, non sono mancate le sollecitazioni: come gestire l'ansia da prestazione? Quali sono le aspettative del pubblico? Come approcciarsi al pubblico dei bambini? Come conciliare l'interesse per la comunicazione pubblica della ricerca e i pregiudizi, in certi casi ancora persistenti, all'interno della comunità scientifica?<sup>8</sup> Gli spunti dei ricercatori sono stati accolti dagli educatori e hanno permesso di co-costruire il percorso formativo, permettendo di avvicinare le rispettive agende. La necessità di affrontare temi complessi come quelli citati sopra ha permesso di inquadrare la comunicazione pubblica della ricerca in un più vasto contesto di rapporti tra scienza e società.

## 5. Conclusioni

Il progetto MEKE fa parte di una riflessione più ampia sulle attività di PE del MUST rispetto alla definizione di efficacia, e come questa efficacia venga poi tradotta nella pratica. Alla fine del progetto le domande sono maggiori delle risposte, aprendo ampi spazi per riflessioni future. Alla definizione di efficacia delle attività educative, per esempio, concorre una complessità di fattori difficilmente imbrigliabili nella ricerca: le differenti personalità e abilità dei ricercatori, la diversità delle classi in visita, dei temi studiati, delle attività svolte (speed date, 3 minuti, attività di laboratorio).

<sup>8</sup> È il cosiddetto "effetto Sagan", che descrive la tradizionale ipotesi per cui scienziati esposti pubblicamente siano professionalmente "peggiori" di quelli non impegnati nell'arena pubblica (Martinez-Conde, Powell, Macknik, 2016).

Il progetto è nato dall'insoddisfazione degli educatori verso le classiche valutazioni che misurano l'efficacia sulla base di elementi standard, non adattati al contesto specifico, che non supportano la riflessione e l'apprendimento dei partecipanti, e che per questo non incidono veramente sulla pratica educativa. Questo ha portato all'esplorazione della ricerca negoziata e della Ricerca Azione. L'esperienza MEKE aggiunge ulteriore consapevolezza sulla correttezza di questa intuizione, sulla necessità di un'ulteriore sperimentazione e sulle sfide nel metterla in pratica.

MEKE è una tappa di questo percorso che ha messo in luce, per esempio, come sia complessa la sincronizzazione delle conoscenze e dei tempi di ricerca sul campo con la pratica educativa. L'esplorazione in futuro di altri strumenti come diari o osservazioni condivise potrebbe rappresentare una strada efficace di allineamento delle agende dei partecipanti e contemporaneamente uno stimolo alla riflessività durante la pratica.

Rimane la necessità di un Museo che collabori con i diversi attori in una situazione di ascolto non solo informale ma anche strutturato in una ricerca formalizzata. Il MUST lavora da tempo nel creare un ecosistema di attori (ricercatori, educatori, insegnanti, mondo dell'impresa e istituzioni pubbliche) che lavorino stabilmente al PE per farlo diventare strutturale all'educazione scientifica. La necessità di una stabilizzazione delle attività e degli attori coinvolti si scontra spesso con ostacoli di diversa natura, come la discontinuità dei finanziamenti dedicati, la difficile sincronizzazione dei calendari scolastici con quelli dei ricercatori, la necessità di tempi lunghi dedicati alla formazione e alla riflessione continua sugli esiti.

Sul piano della pratica educativa, importanti lasciti del progetto sono la necessità di spazi di sperimentazione e riflessione, la condivisione di aspettative ed esiti con i diversi attori, e l'importanza dei nodi come sostegno al lavoro sul PE, guidando l'azione e le sperimentazioni future.

Sul piano della ricerca, il completamento del progetto, previsto per ottobre 2022, restituirà un quadro articolato sul ruolo e le interazioni tra gli attori coinvolti. Indagini sistematiche che indaghino contemporaneamente l'interazione di quattro differenti attori (ricercatori, educatori, cittadini e insegnanti) in attività museali di comunicazione pubblica della scienza sono rare (se non completamente assenti) sia nel contesto nazionale che internazionale. Le peculiarità del progetto e dei suoi risultati permettono di considerarlo un unicum all'interno del campo di studi sul PE in contesti museali.

Tra i risultati emersi finora, si evidenzia in particolare l'importanza di comprendere le aspettative e le motivazioni di ricercatori e pubblico, la neces-

sità di sviluppare una formazione per i ricercatori che si focalizzi sull'uso di un linguaggio semplice e di espedienti narrativi emotivamente coinvolgenti, e di una struttura laboratoriale che coinvolga il pubblico attraverso "l'imparare facendo" (*learning by doing*)<sup>9</sup>.

La ricerca ha messo in luce alcuni fattori rilevanti per la costruzione di attività di PE efficaci in contesti museali: la necessità di coltivare una sinergia tra ricercatori ed educatori nel lungo periodo e non esclusivamente in occasioni "spot"; la necessità che i ricercatori-comunicatori sappiano relazionarsi con i diversi pubblici del Museo; l'importanza di un'offerta di esperienze diverse per pubblici diversi. Inoltre, l'eterogeneità dell'apprendimento informale non deve apparire – come purtroppo spesso accade – come un ostacolo alle attività di monitoraggio e valutazione, ma può essere valutato attraverso lo sviluppo di strumenti adeguati che tengano conto di diversi indicatori, singoli o combinati, e che ne valutino l'impatto nel lungo periodo (Neresini *et al.*, 2004).

Fare ricerca sui fattori che rendono le attività di PE più o meno efficaci è indubbiamente una sfida che lascia aperte numerose questioni, dai problemi metodologici fino alla trasferibilità degli esiti in contesti nuovi e diversi da quello in cui la ricerca è stata condotta<sup>10</sup>.

La ricerca vuole incidere concretamente sulle attività di PE del MUST, per cui i risultati ottenuti finora – pur non avendo alcuna pretesa di esaustività e generalità – intendono costituirsi come punto di partenza dal quale sviluppare nuove pratiche e strumenti alla luce di una maturata consapevolezza e riflessività, utili anche per altri musei scientifici che intendano coinvolgere i ricercatori in attività di comunicazione con il pubblico. Per queste ragioni, il team MEKE s'impegnerà a rendere fruibili i materiali di ricerca per studiosi, *practitioners* e istituzioni impegnati in diversi esperimenti comunicativi e progettuali volti a promuovere il dialogo attivo tra ricercatori e cittadini.

<sup>9</sup> Teorizzata dal filosofo americano John Dewey, è l'idea che la conoscenza sia maggiormente sedimentata se appresa attraverso la pratica (Labouta *et al.*, 2018).

<sup>10</sup> Inoltre, il dibattito sulla ricerca azione ha già sottolineato come il rapporto tra ricercatore e operatore sia ambivalente e spesso condizionato da reciproci pregiudizi. Si tratta di una criticità ben nota a coloro che hanno già riflettuto sulla Ricerca Azione (Kemmis, McTaggart, Retallick, 2004; Heron, Reason, 2006; Stringer, 2007).



## Bibliografia

- Allen S., Gutwill J. (2016), *Exploring models of research-practice partnership within a single institution: Two kinds of jointly negotiated research*, in Sobel D.M., Jipson J.L. (eds.), *Cognitive development in museum settings: Relating research and practice*. New York, Psychology Press, pp. 190-208.
- Barbier R. (2007), *La ricerca - azione*, Roma, Armando.
- Bevan B., Gutwill J.P., Petrich M., Wilkinson K. (2015), *Learning Through STEM-Rich Tinkering: Findings From a Jointly Negotiated Research Project Taken Up in Practice*, «Science Education», 99, 1, pp. 98-120.
- Bevan B., Penuel W.R. (eds.) (2018), *Connecting Research and Practice for Educational Improvement. Ethical and Equitable Approaches*, London, Routledge.
- Bucchi M., Saracino B. (2020), *Scienza "social" e cambiamento climatico. Scienza, tecnologia e opinione pubblica in Italia nel 2019*, in Pellegrini G., Rubin A. (a cura di), *Annuario Scienza Tecnologia e Società 2020*, Bologna, il Mulino, pp. 11-42.
- Calcagnini S., Xanthoudaki M. (2016), *The researcher as communicator: A competitor or an ally? Reflections from two museum professionals training researchers in public engagement*, «Spokes», September, 22, <https://www.ecsite.eu/activities-and-services/news-and-publications/digital-spokes/issue-22#section=section-indepth&href=/feature/depth/researcher-communicator-competitor-or-ally-0>.
- European Commission (2015), *Indicators for Promoting and Monitoring Responsible Research and Innovation: Report from the Expert Group on Policy Indicators for Responsible Research and Innovation*, Brussels, European Commission.
- Einsiedel A.A., Einsiedel E.F. (2004), *Museums as Agora: Diversifying Approaches to Engaging Public in Research*, in Chittenden D., Farmelo G., Lewenstein B.V. (eds.), *Museums and the Public Understanding of Current Research*, Walnut Creek CA, AltaMira Press, pp. 73-86.
- Gammon B., Burch A. (2006), *A guide for successfully evaluationg science engagement events*, in Turney J. (ed.), *Engaging Science. Thoughts, Deeds, Analysis and Action*, London, Wellcome Trust, pp. 80-85.
- Hart A., Northmore S., Gerhardt C. (2009), *Auditing, Benchmarking and Evaluating Public Engagement*, Bristol, National Coordinating Centre for Public Engagement.
- Hein G.E. (1998), *Learning in the Museum*, London, Routledge.
- (1991), *Constructivist Learning Theory*, in *The Museum and the Needs of the People*, Atti della Conferenza CECA (International Committee of Museum Educators), Gerusalemme, 15-22 ottobre, pp. 1-10.
- Heron J., Reason P. (2006), *The practice of co-operative inquiry: Research 'with' rather than 'on' people*, «Handbook of Action Research», pp. 144-154.
- Hooper-Greenhill E., Dodd J., Moussouri T., Jones C., Pickford C., Herman C.,



- Morrison M., Vincent J., Toon R. (2003), *Measuring the Outcomes and Impact of Learning in Museums, Archives and Libraries*, Leicester, Research Centre for Museums and Galleries.
- Kemmis S., McTaggart R., Retallick J. (eds.) (2004), *The action research planner*, 2nd ed., Karachi, Aga Khan University, Institute for Educational Development.
- Labouta H.I., Kenny N.A., Li R., Anikovskiy M., Reid L., Cramb D.T. (2018), *Learning science by doing science: an authentic science process-learning model in postsecondary education*, «International Journal of Science Education», 40 (12), pp. 1476-1492.
- Lewin K. (2005), *La teoria, la ricerca, l'intervento*, Bologna, il Mulino.
- Martinez-Conde S., Powell D., Macknik S.L. (2016), *Superare l'effetto Sagan*, «Le Scienze», 580.
- McCallie E., Bell L., Lohwater T., Falk J.H., Lehr J.L., Lewenstein B.V., Needham C., Wiehe B. (2009), *Many Experts, Many Audiences: Public Engagement with Science and Informal Science Education. A CAISE Inquiry Group Report*, Washington DC, Center for Advancement of Informal Science Education (CAISE), [http://caise.insci.org/uploads/docs/public\\_engagement\\_with\\_science.pdf](http://caise.insci.org/uploads/docs/public_engagement_with_science.pdf).
- Neresini F., Bucchi M. (2011), *Which indicators for the new public engagement activities? An exploratory study of European research institutions*, «Public Understanding of Science», 20 (1), pp. 64-79.
- Neresini F., Pellegrini G. (2008), *Evaluating public communication of science and technology*, in Bucchi M., Trench B. (eds.), *Handbook of Public Communication of Science and Technology*, New York-London, Routledge, pp. 237-251.
- Neresini F. et al. (2004), *Inside the Big Black Box Project (IN3B)*, final report, <https://www.observa.it/imparare-la-fisica-visitando-i-laboratori/>.
- Pellegrini G., Rubin A. (a cura di) (2022), *Annuario Scienza Tecnologia e Società 2022*, Bologna, il Mulino.
- Ryoo J.J., Choi M., McLeod E. (2015), *Building Equity in Research-Practice Partnerships*, <http://researchandpractice.org/whyrp/>.
- Stringer E.T. (2007), *Action research*, London, Sage.
- Vargiu A. (2014), *Indicators for the evaluation of public engagement of higher education institutions*, «Journal of the Knowledge Economy», 5 (3), pp. 562-584.
- Wilkinson K., Petrich M., (2014) *The Art of Tinkering*, San Francisco, Weldon Owen.
- Xanthoudaki M. (2003), *Un luogo per scoprire: il museo, strumento per l'educazione scientifica*, Milano, Progetto SMEC.



# Contributo al femminile all'educazione tecnica e scientifica per le materie STEM. Fare rete tra scienziate/i, enti, università, associazioni, media e portatori d'interesse

*Mila D'Angelantonio<sup>a,q</sup>, Sveva Avveduto<sup>b,q</sup>, Ludovica Azzali<sup>c</sup>, Francesca Baroni<sup>d</sup>, Anna Flavia Bianchi<sup>e</sup>, Alan Borsari<sup>c</sup>, Roberto Camporesi<sup>f</sup>, Patrizia Colella<sup>g,q</sup>, Paola De Nuntiis<sup>h</sup>, Paola Govoni<sup>i,q</sup>, Michele Ferrari<sup>c</sup>, Olivia Levrini<sup>j</sup>, Giorgio Lulli<sup>k</sup>, Cristina Mangia<sup>l,q</sup>, Carmela Palazzolo<sup>m</sup>, Giuliana Rubbia<sup>n,q</sup>, Laura Venturi<sup>d</sup>, Margherita Venturi<sup>o</sup>, Mariangela Ravaioli<sup>p,q</sup>*

<sup>a</sup> Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività (CNR-ISOF), Bologna

<sup>b</sup> Istituto di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali (CNR-IRPPS), Roma

<sup>c</sup> Associazione Radioimmaginaria Media Hub, Castel Guelfo di Bologna

<sup>d</sup> Città metropolitana di Bologna, Area Sviluppo sociale, Bologna

<sup>e</sup> Ricercatrice indipendente, Bologna

<sup>f</sup> Associazione Nuova Civiltà delle Macchine APS, Forlì

<sup>g</sup> ITES "A. Olivetti", Lecce

<sup>h</sup> Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (CNR-ISAC), Bologna

<sup>i</sup> Dipartimento di Filosofia e Comunicazione, Università di Bologna

<sup>j</sup> Dipartimento di Fisica e Astronomia "Augusto Righi", Università di Bologna

<sup>k</sup> Istituto per la Microelettronica e i Microsistemi (CNR-IMM), Bologna

<sup>l</sup> Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (CNR-ISAC), Lecce

<sup>m</sup> Lepida, Bologna

<sup>n</sup> Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Roma

<sup>o</sup> Dipartimento di Chimica "Giacomo Ciamician", Università di Bologna

<sup>p</sup> Istituto di Scienze Marine (CNR-ISMAR) – Bologna

<sup>q</sup> Associazione Donne e Scienza, Roma

## 1. Introduzione

Questo "contributo al femminile" è stato realizzato da un gruppo di persone che ambisce a contribuire al miglioramento dell'educazione scolastica; è destinato a donne, uomini, ragazze, ragazzi, bambine e bambini per mettere in luce potenzialità, disuguaglianze, specificità di vita e professionali e favorire la parità di genere soprattutto negli ambiti tecnico-scientifici, in particolar modo nelle discipline STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Come sottolineato in diversi studi e ricerche internazionali la presenza delle donne

nelle STEM non è solo una questione di parità, anch'essa importantissima, ma contribuisce a portare nuove prospettive e nuovi contributi alla ricerca scientifica, questo in particolare negli ambiti di ricerca più complessi (Nielsen *et al.*, 2017).

Nell'affrontare questo percorso siamo state/i confortati dall'attenzione posta all'interno del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) alla diffusione delle discipline STEM e al superamento degli stereotipi di genere per la costruzione di una cultura scientifica, ampia ed equa, attraverso la riqualificazione e l'innovazione degli ambienti di apprendimento. Infatti, è fondamentale ricercare strumenti e stimolare un nuovo paradigma educativo trasversale utile sia alla comunità scientifica, che alle scuole di ogni ordine e grado e più in generale alla società.

## 2. Educazione tecnica e scientifica con le materie STEM

La diffusione delle discipline STEM, il tema del genere e dell'educazione di qualità equa e inclusiva, obiettivo 4 dell'Agenda ONU 2030, sono fondamentali per l'attuale e la futura società. In particolare, il tema del genere all'interno dell'educazione scientifica è stato oggetto, negli ultimi venti anni, di approfondimenti e studi. Tanti i dati raccolti e molte le analisi, la risposta è robusta ed indica che la disparità di genere in termini di aspirazioni prestazioni ed eccellenza all'interno delle STEM non è attribuibile a differenze innate ma piuttosto a condizionamenti dei contesti sociali: scuola, famiglia, società, pari, tempo libero.

La consapevolezza che i valori del contesto nel quale cresciamo come donne e uomini influenzano le nostre competenze ed anche le nostre aspirazioni, il nostro agire e il nostro modo di percepire il mondo ci portano ad affermare con forza che il tema deve essere affrontato oggi nel mondo dell'educazione fin dalla scuola primaria (Colella, Mangia, 2008; Cherubini *et al.*, 2011).

La diffusione delle discipline STEM, il tema del genere e dell'educazione di qualità equa e inclusiva, obiettivi 4 e 5 dell'Agenda ONU 2030, sono fondamentali per l'attuale e la futura società. Questi temi vanno affrontati con metodi innovativi e, attraverso i portatori d'interesse e le associazioni che operano sul territorio, coinvolgendo il mondo dell'università, degli Enti di ricerca e della scuola di ogni ordine e grado. L'obiettivo prioritario è quello di avvicinare ragazze e ragazzi, adolescenti, bambine e bambini all'educazione tecnico/scientifica, di rompere stereotipi di genere sulle abilità scientifiche e tecniche e, soprattutto, di invogliare le giovani e i giovani ad intraprendere percorsi formativi attinenti

alle discipline STEM che possano aprire loro carriere nel mondo della ricerca, dell'impresa, nella didattica, nella comunicazione e/o disseminazione e in armonia ed equilibrio con la sfera personale (Ravaoli *et al.*, 2022).

### 3. Fare Rete

Al fine di promuovere l'equità di genere, un'educazione equa e inclusiva, la diffusione delle discipline STEM e la conoscenza in senso lato, con particolare interesse per la sostenibilità ambientale, è nata la "rete per la parità di genere e la formazione di qualità", promossa dall'Associazione Donne e Scienza, dalla Città metropolitana di Bologna, con enti di ricerca nel territorio, CNR, INAF e Università, in collaborazione con l'Associazione Nuova Civiltà delle Macchine, Radioimmaginaria e Lepida TV (figura 1).



Figura 1  
Rete per la parità di genere e la formazione di qualità

La tessitura della Rete si è sviluppata a partire dal 2019, ha riguardato azioni sul territorio emiliano-romagnolo, ma non solo, e ha realizzato un itinerario di integrazione sui temi della scienza, sostenibilità ambientale, conoscenza, educazione, comunicazione, equilibrio di genere, formazione, trasferimento di competenze anche tecnologiche e individuazione di buone pratiche.

La Rete, già attiva, è aperta a ulteriori collaborazioni con portatori d'interesse e realtà del territorio non solo locale, quindi anche a livello nazionale, per approfondire e diversificare le applicazioni delle conoscenze scientifiche.

La Rete, come accennato sopra, comprende scienziate e scienziati con competenze scientifiche multidisciplinari che spaziano dalla chimica alle scienze marine alla fisica e alla didattica della scienza, dalle scienze dell'atmosfera alla sociologia, dall'educazione ambientale all'ingegneria, alle conoscenze digitali e della comunicazione incluse la storia e gli studi della scienza e della tecnologia (Govoni, 2018). Tra queste, alcune e alcuni hanno anche esperienza negli studi sulle questioni di genere, sulla progettazione sia della comunicazione mediale sia delle conoscenze digitali sia dell'ideazione di percorsi educativi atti a collegare la scuola con il territorio e il mondo del lavoro.

Ciascun soggetto partecipa con la sua specificità e progettualità, in coerenza con le proprie finalità e attività, come di seguito riportato.

- *Donne e Scienza* ([www.donnescienza.it](http://www.donnescienza.it)) è un'associazione culturale senza scopo di lucro e fondatrice della European Platform of Women Scientists, che si propone di promuovere la partecipazione e la carriera delle donne nella ricerca scientifica sia quantitativamente che qualitativamente portando avanti studi, progetti, seminari e convegni che possano sensibilizzare l'opinione pubblica e non solo su questi temi. Gli ambiti disciplinari comprendono le STEM, le scienze umane, le scienze della terra e ambiente, lo studio delle popolazioni, il genere nella scienza, la medicina di genere, l'innovazione di genere e la formazione nelle scuole di ogni ordine e grado.
- *L'Area Sviluppo sociale della Città metropolitana di Bologna* (<https://www.cittametropolitana.bo.it/scuola/>) persegue, tra gli altri, gli obiettivi istituzionali del Diritto allo studio e successo formativo, dello Sviluppo della cultura tecnico-scientifica e del raccordo scuola-formazione-territorio-lavoro e dell'Educazione al rispetto delle differenze e contrasto a stereotipi, discriminazioni e violenza di genere in ambito educativo, nel lavoro e in tutti i contesti di vita. Con la Città metropolitana di Bologna, Donne e Scienza ha firmato un Protocollo di Intesa su Scienza, Tecnica e Pari Opportunità di Genere, avente come obiettivi generali: (a) la divulgazione presso studentesse, studenti e docenti degli esiti della ricerca scientifica, tecnica e sociale nei principali settori della conoscenza, valorizzando in particolare le esperienze realizzate da donne, per supportare la vocazione tecnica e scientifica della futura cittadinanza europea, per lo sviluppo scientifico, culturale, tecnologico, economico

e sociale del Paese; (b) la creazione di valore tramite le conoscenze generate dalla ricerca sulle problematiche di genere soprattutto in ambito scientifico, perseguendo, con la sua promozione, la creazione di una nuova mentalità più inclusiva delle diversità e, quindi, delle risorse individuali.

- L'*Area Territoriale di Ricerca di Bologna* è una struttura che offre supporto e servizi agli Istituti del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) e dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) che hanno sede a Bologna e in Emilia-Romagna. Ha numerose realtà di trasferimento tecnologico e un importante *settore di divulgazione* (<https://area-new.bo.cnr.it/>) che promuove da anni la partecipazione a progetti europei rivolti al pubblico non esperto e alle scuole; ne sono esempi la partecipazione costante alle edizioni della Notte dei Ricercatori e altre iniziative nazionali ed europee che gravitano nell'ambito del progetto "il linguaggio della ricerca"<sup>1</sup>. In particolare, la collaborazione per gli interventi nelle scuole primarie ("Agenda delle bambine e dei bambini") è stata recentemente formalizzata all'interno di un protocollo di intesa ("Ricerca, educazione, territorio", 2021) tra Area Territoriale di Ricerca, Città metropolitana di Bologna e Ufficio Scolastico Regionale dell'Emilia Romagna. Numerose in questo consesso sono le attività portate avanti dagli istituti CNR-ISAC (Bologna e Lecce), ISMAR, ISOF, IMM e IRPPS (Roma).
- L'*Università di Bologna* (<https://www.unibo.it/it>) partecipa con il contributo di numerose scienziate del settore umanistico e delle scienze sociali, chimiche, fisiche e della didattica della scienza.
- *Istituto ITES "A. Olivetti" di Lecce* (<https://www.itesolivettilecce.edu.it/>), una scuola attenta alla cultura tecnico-economica e finanziaria, una cultura che dell'umanesimo coglie gli aspetti e le problematiche sociologiche e dalla scienza mutua strumenti e metodi.
- *Radioimmaginaria* (<https://radioimmaginaria.it/>) è la radio degli adolescenti e dal 2012 è il network europeo fatto, diretto e condotto da giovani che hanno dagli 11 ai 17 anni. In questa radio nessun adulto entra nella formulazione dei contenuti e tutti gli speaker hanno completa libertà di espressione; è pertanto un'antenna pronta a ricevere e diffondere i segnali del mondo che verrà. Si tratta di una radio che è anche televisione perché trasmette video: gira con l'apekar in territorio nazionale ed europeo per fare interviste e molto

<sup>1</sup> Vedi Linguaggio della ricerca (<https://ldr-network.bo.cnr.it/Bologna/>) e RawMaterials@School (<https://rmschools.isof.cnr.it/>).

altro. Nel dicembre 2021 è stata insignita dal presidente della Repubblica dell'Onorificenza "Alfieri della Repubblica" in riconoscimento dell'egregio lavoro svolto nel periodo della pandemia promuovendo un linguaggio adatto a coinvolgere gli adolescenti e le realtà sociali.

- *LepidaTV* (<https://www.lepida.tv/>) è uno strumento di comunicazione mediante il quale la Community Network degli Enti pubblici dell'Emilia-Romagna racconta il territorio regionale, i suoi protagonisti e la sua storia, con un focus specifico sull'innovazione digitale prodotta nel territorio. È fruibile tramite piattaforma streaming (<https://www.lepida.tv/lepidadtv-live>) e sul canale YouTube di LepidaTV (<https://www.youtube.com/lepidadtv>). I contenuti sono anche disponibili in modalità video on demand sul sito web. Il palinsesto on demand è suddiviso in 14 playlist tematiche all'interno delle quali si trovano i video realizzati dai servizi e delle strutture regionali, dagli Enti locali e dalla community network dell'Emilia-Romagna.
- *L'Associazione Nuova Civiltà delle Macchine* (<https://www.nuovaciviltadelle-macchine.it/>) ha una lunga e variegata storia pervasa da una stessa missione: cercare di unire e far interagire cultura scientifica e cultura umanistica e l'informazione imprenditoriale in collegamento con centri di ricerca avanzata e sistemi informativi. Promuove inoltre progetti di ricerca educativa, formazione, aggiornamento e di promozione culturale. Esplica la sua attività con ricerca, eventi, simposi, seminari, attività editoriale interagendo con realtà interessate, enti e associazione scientifiche.

#### 4. *Obiettivi della Rete*

La Rete, costituita da tutti i soggetti su elencati, ha i seguenti principali obiettivi:

- condividere e integrare metodologie, esperienze e competenze;
- avvicinare ragazze e ragazzi, adolescenti, bambine e bambini all'educazione tecnico/scientifica, per rompere gli stereotipi di genere sulle abilità scientifiche e tecniche;
- divulgare e formare ai temi della sostenibilità ambientale e climatica nell'ambito delle scienze dell'atmosfera, delle scienze marine, della chimica, della sociologia, delle scienze umanistiche ed educative;
- creare un approccio divulgativo attuale e accattivante, per portare a tutte e tutti il messaggio che "ogni cosa è possibile", scegliendo le chiavi giuste per aprire l'importante porta della conoscenza;



- integrare linguaggi scientifici, gestionali, educativi con nuovi linguaggi contaminati dai media e dagli esperti dell'educazione;
- collegare il mondo scientifico con i portatori d'interesse e la realtà imprenditoriale.

### 5. Attività della Rete

Ad oggi la Rete ha già realizzato molto lavoro: testi, lezioni, testimonianze, studi, interventi nelle scuole e nel sociale e anche video, creati appositamente per La notte dei ricercatori Next Society 2020 e 2021, il Festival della Cultura Tecnica 2021 della Città metropolitana di Bologna (Ravaioli *et al.*, 2021-1/2), il Festival del Buon Vivere di Forlì, Plurale Femminile 2020 e 2021. In particolare, i video (figure 2 e 3) si sono avvalsi delle abilità creative e tecniche dei media partner Radioimmaginaria e LepidaTV e del supporto progettuale e ideativo delle esperte dell'Associazione Donne e Scienza, dell'Università, del CNR e delle realtà del territorio (Mangia *et al.*, 2020; Camporesi *et al.*, 2021). Il materiale prodotto è indirizzato soprattutto alle nuove generazioni, a partire dalle scuole primarie, e si è rivelato particolarmente utile nel periodo di confinamento dovuto alla pandemia, favorendo l'interazione tra i soggetti coinvolti, la realizzazione di prodotti formativi e informativi e la partecipazione on-line.



Figura 2

Video realizzati da RadioImmaginaria nel 2020 per il Festival della Cultura Tecnica  
(<https://vimeo.com/486874566> e

<https://player.vimeo.com/video/485217265?h=f04912c78f>)

Tra i prodotti realizzati (vedi anche riferimenti bibliografici) sono da menzionare e visionare i seguenti perché riassuntivi di scopi e progettualità:



Figura 3

Webinar realizzato da LepidaTV per la Notte dei Ricercatori Society Rinascimento 2021 e presentato nell'ambito del Festival della Cultura Tecnica ([https://www.youtube.com/watch?v=-jSjJ45\\_7nE](https://www.youtube.com/watch?v=-jSjJ45_7nE))

- presentazione della Rete al convegno “Donne, ricerca, trasformazioni”, Modena, 21-22 gennaio 2022 (D'Angelantonio *et al.*, 2022);
- contributo al Femminile all'educazione tecnica e scientifica per le materie STEM (Levrini *et al.*, 2015; Ravaoli *et al.*, 2021, 2022);
- colloquio su «Ambiente e Clima, il presente per il futuro (Mangia *et al.*, 2020, Ravaoli e Venturi, 13/09/2021 2021 - [https://terradelbuonvivere.it/wp-content/uploads/2021/09/BV2021\\_programma\\_web.pdf](https://terradelbuonvivere.it/wp-content/uploads/2021/09/BV2021_programma_web.pdf); webinar NdR 2020 e FCT 2020, Ravaoli *et al.*, 2020, figura 4);
- testimonianze e conversazioni ai tempi del Covid (Avveduto, 2020; Marchesini *et al.*, 2021);
- LabStory n. 1 - Carta di Bologna - Italia sostenibile - Idee e azioni per il futuro - Agenda 2030 Bologna (Ravaoli *et al.*, 2020);
- Labstory n. 2 “Per Mare verso l'Antartide” L'acqua in un oceano di apprendimenti, sensazioni ed emozioni - per mare fino in Antartide (Ravaoli *et al.*, 2019, Ravaoli *et al.*, 2020).



Figura 4

Video intervista realizzato da LepidaTV per la Notte dei Ricercatori Society Rinascimento 2020 e presentato nell'ambito del Festival della Cultura Tecnica (<https://www.youtube.com/watch?v=yial5Ea5kG8>)

Inoltre con l'Area Sviluppo sociale della Città metropolitana di Bologna è stato realizzato un primo intervento per la strategia "ECCO!" (Educazione Comunicazione Cultura per le Pari Opportunità di Genere, [https://www.citta-metropolitana.bo.it/pariopportunita/Home/Ecco\\_home](https://www.citta-metropolitana.bo.it/pariopportunita/Home/Ecco_home)), e per l'Azione pilota "Agenda 2030 delle bambine e dei bambini" ricercatrici e ricercatori del CNR di Bologna hanno tenuto lezioni e attivato interazioni con insegnanti delle scuole primarie.

#### 6. La Rete in un contesto più ampio

La Rete è un esempio per incentivare e supportare in senso ampio la vocazione tecnica e scientifica della futura cittadinanza e lo sviluppo scientifico, culturale, tecnologico, economico e sociale del Paese.

In perfetta sintonia con quanto riportato nel PNRR relativamente alla diffusione delle discipline STEM e al superamento degli stereotipi di genere, la Rete

lavora per riqualificare e innovare gli ambienti di apprendimento, stimolando un nuovo paradigma educativo trasversale, utile alla comunità scientifica, alle scuole di ogni ordine e grado e più in generale alla società. È infatti sempre più evidente la necessità di modificare i linguaggi con i quali ci si rivolge al mondo della scuola e alla società per rendere più affascinanti e attrattive queste materie e tematiche.

Inoltre, la Rete è caratterizzata da un'importante contaminazione tra discipline scientifiche e discipline artistiche e sociali in grado di promuovere un metodo di apprendimento interdisciplinare in accordo con il concetto STE(A)M (acronimo di Science Technology Engineering Art Mathematics), sviluppato dal 2000 negli Stati Uniti con l'obiettivo di avvicinare gli studenti di ogni provenienza sociale alle discipline matematiche e scientifiche. L'educazione STE(A)M si realizza, pertanto, in un laboratorio, inteso come spazio in cui si progetta, si costruisce, si riflette, si rielaborano le proprie conoscenze in funzione di un obiettivo. Le attività si collocano nella visione di una matrice costruttivista, in cui si mettono in gioco contemporaneamente capacità intellettive e riflessive, manuali e creative, si stimola il confronto con gli altri e si sviluppano, oltre che lo spirito critico, competenze indispensabili per un inserimento attivo nella società attuale (figura 5).



Figura 5  
Educazione STEAM: moda o qualcosa di più. Webinar Mondadori Education  
(<https://www.mondadorieducation.it/formazione-e-aggiornamento/appuntamenti/educazione-steam-una-nuova-moda-o-qualcosa-di-piu/>; Merlo *et al.*, 2019)

La Rete è nata anche per sottolineare la necessità di affrontare urgentemente i temi dell'educazione scientifica, dell'equilibrio di genere e dei cambiamenti climatici: bisogna agire perché non c'è più tempo (Govoni, 2022). La scuola e la società devono aprirsi, innovarsi, amalgamarsi e rendere protagonisti le ragazze e i ragazzi, far sentire la loro voce, farli agire e liberare la loro immaginazione. I nuovi linguaggi vanno favoriti, integrando scienza, portatori d'interesse, associazioni, imprenditoria e media.

## *7. Conclusioni*

Come sottolinea la dirigente scolastica Patrizia Colella nel video citato (vedi figura 3) “le scuole sono contesti dove raramente vengono agite discriminazioni di genere percepite come tali ma questo non vuol dire che le ricadute su ragazze e ragazzi, donne e uomini, delle azioni o delle scelte organizzative, siano neutre. Sviluppare consapevolezza organizzativa attenta alle differenze di genere, al pari di come si fa con la sicurezza, significa maturare una attenzione costante e naturale per le possibili differenze di impatto su ragazze e ragazzi nelle scelte che si compiono”.

La rete qui presentata si ripropone quindi di agire in tutti gli ambiti scolastici attraverso una molteplicità di prospettive.

Dopo i contatti iniziali e la progettazione, avviati nel 2019, il percorso per l'educazione STEM, le attività e gli eventi sono stati organizzati in piena pandemia e la Rete costruita e consolidata ha permesso la realizzazione dei primi prodotti nel 2020. Infatti, è fondamentale sottolineare come la Rete e i linguaggi utilizzati siano stati stimolati proprio nel periodo della pandemia, al fine di trovare modi di comunicazione che potessero unire e tessere realtà integrate, ma impossibilitate ad incontrarsi.

Per lo sviluppo della Rete e l'accrescersi delle attività è contemplata la prospettiva di proseguire, sulla base di obiettivi condivisi per supportare in senso ampio la vocazione tecnica e scientifica della futura cittadinanza europea, per lo sviluppo scientifico, culturale, tecnologico, economico e sociale del Paese.

Diffondendo lo studio delle materie STEM e utilizzando ogni strumento che porti all'equilibrio di genere, la Rete opererà per mettere in atto ulteriori iniziative che consentano a scuola e società di aprirsi, innovarsi, amalgamarsi e rendere protagonisti le nostre ragazze e i nostri ragazzi integrando umanesimo e tecnica, scienze sociali e scienze naturali e ambientali.

Riteniamo infatti essenziale dare voce, azione e immaginazione alle nuove generazioni, con nuovi linguaggi che vanno favoriti anche con una forte interazione tra media e scienza.

### *Ringraziamenti*

Si ringrazia lo staff AUSDA - "Adotta una scuola dall'Antartide" (<https://www.italiantartide.it/progetto-ausda/>), per il supporto a Lab Story 2 "Viaggio per Mare fino in Antartide".

Si ringraziano la dirigente scolastica Catia Palli e la docente Vanessa Fabbri della scuola primaria "Aurelio Saffi" di Forlì dell'Istituto Comprensivo n. 6 "Silvio Zavatti", la cui classe 4<sup>a</sup> A ha cooperato fin dal 2019 e interagito durante il periodo pandemico per realizzare Lab story 2 Viaggio per Mare fino in Antartide.

### *Bibliografia*

- Avveduto S. (2020), *Come stai? Conversazioni ai tempi del Covid 19 – How are you? Conversations in the time of Covid 19*, Roma, CNR Edizioni, DOI:10.14600/978-88-80803-99-7, ISBN: 978 88 8080 399 7, pp. 256.
- Cherubini A. M., Colella P., Mangia C. (2011), *Empowerment e orientamento di genere nella scienza. Dalla teoria alle buone pratiche*, Milano, Franco Angeli.
- Colella P., Mangia C. (2008), *Genere e Scienza un problema di contesto. Atti del Convegno Donne e scienza. Trieste 2008*, [http://www.donnescienza.it/wp-content/uploads/2008/06/02Colella\\_Mangia.pdf](http://www.donnescienza.it/wp-content/uploads/2008/06/02Colella_Mangia.pdf).
- Camporesi R., Ravaioli M., Venturi M. (2021), *Discipline Stem - Declinazione al femminile dell'educazione scientifica e tecnica e della sua disseminazione*, Festival della Cultura Tecnica, Settimana del Buon Vivere 2021, Forlì, incontro in presenza diretta e trasmesso in streaming, 13 settembre, Chiesa San Giacomo (Forlì), <https://terra-delbuonvivere.it/festival>.
- D'Angelantonio M., Ravaioli M., Mangia C., Rubbia G., Avveduto S., Palazzolo C. (2020), *Aspettando la notte dei Ricercatori (Progetto SOCIETY-NEXT)*, colloquio su "Ambiente e clima. Il presente per il futuro", LepidaTV, M. Ravaioli intervistata da M. D'Angelantonio (4 novembre 2020), <https://www.youtube.com/watch?v=yial5Ea5kG8>.
- D'Angelantonio M., Ravaioli M., Baroni F., Borsari A., Camporesi R., Ferrari M., Lulli G., De Nuntis P., Palazzolo C., Venturi L., Venturi M. (2022), *Esperienza di rete creata tra Associazione Donne e Scienza, Città metropolitana di Bologna, associazioni nel territorio, media, con la collaborazione di enti di ricerca e università*, in



- convegno annuale Associazione Donne e Scienza Donne, Ricerca, Trasformazioni (21-22 gennaio 2022), abstract book, p. 20, <https://donnescienza2022.nano.cnr.it/book-of-abstract/>.
- Govoni P. (2018), *Scienza e società a scuola: a lezione da Richard Feynman*, in *L'avventura del progetto IRRESISTIBILE, Insegnanti, studenti ed esperti a confronto su temi di ricerca d'avanguardia e aspetti della Ricerca e Innovazione Responsabile*, a cura di M. Venturi, Bononia University Press, Bologna, pp. 55-80.
- (2022), *Giustizia ambientale e sociale: i due lati della stessa medaglia*, «La Chimica nella Scuola», 1, pp. 5-9, [https://www.academia.edu/77514413/Giustizia\\_ambientale\\_e\\_sociale\\_i\\_due\\_lati\\_della\\_stessa\\_medaglia\\_in\\_La\\_Chimica\\_nella\\_Scuola\\_1\\_2022\\_pp\\_5\\_9](https://www.academia.edu/77514413/Giustizia_ambientale_e_sociale_i_due_lati_della_stessa_medaglia_in_La_Chimica_nella_Scuola_1_2022_pp_5_9).
- Levrini O., Fantini P., Pecori B., Tasquier G., Levin, M. (2015), *Defining and Operationalizing “Appropriation” for Science Learning*, «Journal of the Learning Sciences», 24(1), pp. 93-136, DOI: 10.1080/10508406.2014.928215.
- Mangia C., Rubbia G., Ravaioli M., Avveduto S., Colella P. (2020), *Ambiente e clima. Il presente per il futuro*, convegno “Donne e Scienza” (14-16 novembre 2019, Lecce), IRPPS Monografie, CNR-IRPPS e-Publishing, <http://www.irpps.cnr.it/e-pub/ojs/>. ISBN (online) 9788898822218, DOI: 10.14600/978-88-98822-21-8, pp. 297.
- Mangia C., Ravaioli M. (2020), “Ambiente e crisi climatica”, presentazione del libro *Ambiente e clima. Il presente per il futuro*, in Donne, ricerca scientifica e società, 28 novembre 2020, Associazione Nuova Civiltà delle Macchine (Forlì), <https://terra-delbuonvivere.it/festival/>.
- Merlo D. (2019), *Educazione Steam: moda o qualcosa di più*, webinar Mondadori Education. 16 aprile 2019, <https://www.mondadorieducation.it/formazione-e-aggiornamento/appuntamenti/educazione-steam-una-nuova-moda-o-qualcosa-di-piu/>.
- Nielsen M.W., Alegria S., Börjeson L., Etzkowitz H., Falk-Krzesinski H.J., Joshi A., Leahey E., Smith-Doerr L., Williams Woolley A., Schiebinger L. (2017), *Opinion: Gender diversity leads to better science*, «Proc Natl Acad Sci USA», 114(8), pp. 1740-1742, DOI: 10.1073/pnas.1700616114.
- Ravaioli M., Capotondi L. (2019a), *Esploriamo il Mare*, progetto “L'acqua in un oceano di apprendimenti, sensazioni ed emozioni. Tra scienza e arte: un viaggio per conoscere il mare” (resp. M. Ravaioli, L. Capotondi, V. Fabbri), Seminario Scuola Saffi Forlì - 3<sup>a</sup> elementare (30 ottobre 2019), <http://www.ismar.cnr.it/eventi-e-notizie/notizie/tra-scienza-e-arte-un-viaggio-per-conoscere-il-mare>).
- (2019b), *Parliamo di eutrofia, processi del mare e la catena alimentare marina*, progetto “L'acqua in un oceano di apprendimenti, sensazioni ed emozioni tra scienza e arte: un viaggio per conoscere il mare” (resp. M. Ravaioli, L. Capotondi, V. Fabbri), Seminario Scuola Saffi Forlì - 3<sup>a</sup> elementare (20 novembre 2019), <http://www.ismar.cnr.it/eventi-e-notizie/notizie/tra-scienza-e-arte-un-viaggio-per-conoscere-il-mare>.

- Ravaioli M., Capotondi L., D'Angelantonio M., Vanessa F., Azzali L., Borsari A., Ferrari M., Liberatore L. (2020), *Lab Story 2 Viaggio per mare fino in Antartide*, video e intervista (radio e TV), Radioimmaginaria (10 dicembre 2020), Festival della Cultura Tecnica, <https://vimeo.com/486874566>, <http://www.ismar.cnr.it/eventi-e-notizie/notizie/lab-story-episodio-2-dal-mare-fino-all2019antartide>.
- Ravaioli M., Chiarini F., Tarozzi L. (2020), *Considerazioni su Cambiamenti climatici e biodiversità, Esempi di Studi e riflessioni di genere in Ambiente e Clima. Il presente per il futuro*, a cura di C. Mangia, G. Rubbia, M. Ravaioli, S. Avveduto, P. Colella, convegno “Donne e Scienza”, Lecce (IRPPS Monografie), CNR-IRPPS e-Publishing, <http://www.irpps.cnr.it/e-pub/ojs/>, ISBN (online) 9788898822218, DOI: 10.14600/978-88-98822-21, pp. 53-64.
- Ravaioli M., D'Angelantonio M., Bianchi A.F., Camporesi R., Colella P., Govoni P., Levrini O., Lulli G., Mangia C., Palazzolo C., Venturi M. (2022), *Contributo al femminile all'educazione tecnica e scientifica per le materie STEM*, convegno Annuale 2022 Associazione Donne e Scienza Donne, Ricerca, Trasformazioni (21-22 gennaio 2022), abstract book, p. 17 (<https://donnescienza2022.nano.cnr.it/book-of-abstract/>).
- Ravaioli M., D'Angelantonio M., Lazzaroni L., Azzali L., Borsari A., Ferrari M., Liberatore L. (2020), *Lab Story1 CNR e Agenda 2030 Bologna*, video e intervista (radio e TV) Radioimmaginaria (3 dicembre 2020), Festival della Cultura Tecnica 2020, <https://vimeo.com/486874566>.
- Ravaioli M., D'Angelantonio M., Venturi M., Palazzolo C., Camporesi R. (2021), webinar “La Notte Europea dei Ricercatori, Society Rinascimento”, disponibile su Lepida.tv (24 settembre 2021), [https://www.youtube.com/watch?v=-jSjJ45\\_7nE](https://www.youtube.com/watch?v=-jSjJ45_7nE) Webinar NdR e Festival della Cultura Tecnica 2021.



# Il percorso come sostanza progettuale. Dalla percezione alla costruzione

Valerio De Caro

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Enna “Kore”

Il percorso, così come interpretato da questa ricerca, vuole intendersi come il prodotto di una sovrapposizione segnica contemplante una spazialità e una temporalità. Spazialità aperta e dilatata, operante nella fluida materia dell'inafferrabile memoria e nell'evocazione mitica delle tracce territoriali. Temporalità narrante, prodotta in una sequenza di realtà e di dimensioni oniriche surreali, evocanti mondi lontani del vissuto, tra l'agire dell'architetto, operante lungo il processo progettuale, e il sentire dell'uomo che affronta il percorso costruito. Ma se le percezioni offerte, lungo i molteplici assi di percorrenza di un tracciato, si legano alla struttura concreta del visibile, la dimensione surreale della memoria viene evocata dalle azioni di progetto e da ciò che l'esperienza possa generare nella mente di chi, il percorso, lo affronta. Si vuole, pertanto, rivelare quella successione di ambiti spaziali che contemplano una temporalità compresa nella struttura diacronica del progetto, connotato dalla compresenza di tempi differenti in una successione di accelerazioni e dilatazioni temporali. Le prime corrispondenti all'annullamento del tempo, nell'azione di fermarlo, di ridurlo a sequenza immanente capace di trasmettere un messaggio univoco, le seconde corrispondenti ad azioni, aventi valenza estetica significativa, nella definizione del tempo necessario alla comprensione dei significati. L'analisi del percorso viene esplorata in questo contributo prima come medium progettuale, prodotto di segni, spazio e tempo, attraverso l'analisi di alcuni testi letterari, poi, secondo una logica di continuità, attraverso il racconto di architetture storiche e contemporanee in grado di tracciarne i lineamenti e le proprietà.

Ne *Le Città del Mondo* di Elio Vittorini i personaggi affrontano numerosi itinerari lungo tutta la Sicilia, alla ricerca della Città ideale in cui si possano esaudirsi le aspirazioni degli erranti (Lupo, 2012), lungo i sentieri tracciati dai protagonisti si delinea un paesaggio costruito da segni indissolubili impressi nella memoria dell'autore, tradotti poi nel contesto narrativo del romanzo, tracce che

ne disegnano il paesaggio quali icone territoriali capaci di sintetizzarne l'aspetto percepibile:

Altre montagne simili, qualcuna verde di erba da pascolo, ma per lo più rosse e rugose, o anche nerastre, e incoronate quasi tutte d'una merlatura di calcare che si può scambiare, secondo la lontananza, per una linea di neve o per una fila ininterrotta di piccole case bianche, si alzano di là da Enna, verso la catena settentrionale delle Madonie o verso Caltanissetta, come anche a sud dell'ampia conca su cui Enna se ne sta affacciata; e l'arteria che viene da Leonforte, toccato sotto a Enna il piede della prima e più imponente, si divide poi a continuare tra esse, che ora si vedono sparse e ora raccolte in gruppi, fin nell'agrigentino lungo il suo ramo ovest e fin giù nel cuore boscoso della Sicilia Iblea lungo il suo ramo sud. (Vittorini, 1969, p. 122)

In un processo di ricostruzione mnemonica paragonabile a quella attuata, mediante restituzione grafica, dai viaggiatori ottocenteschi nella produzione dei diorami<sup>1</sup>, Vittorini traduce in narrazione l'esperienza autobiografica della sua infanzia, che lo ha visto errare lungo gli itinerari ferroviari della Sicilia con il padre casellante. Ma non è solo il processo di condivisione autobiografica a produrre nuovi significati utili al progetto narrativo del romanzo, ma la sua interrelazione con le trasformazioni territoriali già in atto, mediante quel rapporto di lettura contemplativa e successivamente fisico-operativa sul territorio rilevabile nel testo. Sul rapporto tra percezione segnica e progetto, Vittorini fonda un'idea di città in cui le forme costruite regolano il rapporto tra gli individui e i loro comportamenti<sup>2</sup>, relazione che acquista una dimensione paesistico-territoriale nelle *Memorie di Adriano* di Marguerite Yourcenar (1951) dove l'atto di costruire corrisponde al segno impresso costituente la vita dell'uomo<sup>3</sup>. Elemento di connessione tra

<sup>1</sup> Si pensi al Panorama Von Palermo di Schinkel che ricostruisce la città "tutta porto" attraverso il libero assemblaggio di elementi come il Duomo di Monreale, la Cattedrale di Palermo e parte della Conca d'Oro (Pirrone, 1994)

<sup>2</sup> «Disse che la gente delle città belle era anche buona né più né meno come la gente delle città brutte era anche cattiva. Le città belle, cioè, avevano anche questo merito: di render la gente brava e buona. "No?" egli diceva. "Non ti pare?" diceva. Il padre non negava e non assentiva, e lui andava avanti a parlare, guardandolo un'altra volta, come se ne ricevesse delle risposte affermative. Più una città era bella, diceva, e più la gente vi aveva modo di esser buona. Vi aveva di che rallegrarsi di più ed era più buona. Vi aveva di che essere più contenta ed era più buona» (Vittorini, 1968, pp. 40-41).

<sup>3</sup> «Costruire, significa collaborare con la terra, imprimere il segno dell'uomo su un paesaggio che ne resterà modificato per sempre; contribuire inoltre a quella lenta trasformazione che è la vita stessa delle città. Quanta cura, per escogitare la collocazione esatta d'un ponte e d'una fontana,

esperienza e costruzione è il percorso, spazio di conoscenza delle icone utili alla creazione della società e delle sue forme. In tale contesto «l'azione del camminare rappresenta il primo atto di trasformazione del paesaggio» (Careri 2006, p. 14), processo interpretativo di partenza dal quale avviare le azioni dell'uomo sulla natura. Non è un caso che le prime manifestazioni artistiche quali le pitture rupestri del neolitico<sup>4</sup>, contengono, nelle loro rappresentazioni zoomorfe, una serie di significati legati al mondo della conoscenza e del mito. Se da un lato, il disegno presentava i caratteri apotropaici, rivolti al desiderio di rinascita della bestia cacciata, dall'altro lato gli animali, fluttuanti nelle pareti delle grotte, sintetizzano un sistema di percorsi legato alla conoscenza necessaria del territorio. L'uomo primitivo disegna l'oggetto della caccia ai fini della comprensione dello stesso e ne traduce in memoria collocazioni spaziali e formali di un contesto legato alla transumanza nomade dell'animale da catturare. In questo modo, il percorso, quale atto di presa di possesso del paesaggio, sebbene non sia rappresentato, è materia tangibile di partenza nella produzione artistica primitiva. Bisognerà attendere la scoperta dell'agricoltura perché l'azione del camminare si traduca in segno grafico o architettonico, nei sistemi di percorsi costituenti le prime mappe incise nelle grotte della Val Camonica, risalenti al 10000 a.C. o nei primi: «segni timidi, come un campo arato, in un ambiente naturale ancora tutto soggetto a processi ecologici spontanei» (Turri, 1998, p. 58).

L'erranza, nei primi processi di trasformazione territoriale, si configura come quell'atto necessario di apprendimento al governo della natura, implicante una sua lettura funzionale e di necessità. Il paesaggio prodotto, interrelazione tra una natura ancora non governabile e le trasformazioni operate dall'uomo, come evidenzia, ancora una volta, Eugenio Turri (1998), non si determina in funzione di una ricerca estetica del bello, ma è strettamente collegato ai bisogni produttivi. Bisogni che possono unicamente essere soddisfatti attraverso l'interpretazione territoriale dei messaggi offerti dal contesto naturale. La corrispondenza formale alla preesistenza di natura, in tal senso, non solo è il prodotto di una mimesi razionalizzante le forme sulla base di un costrutto compositivo, ma piuttosto nasce da una lettura sensoriale e istintiva del territorio<sup>5</sup>.

per dare a una strada di montagna la curva più economica che è al tempo stesso la più pura!» (Yourcenar, 1951, pp. 120-121).

<sup>4</sup> Si fa riferimento alle rappresentazioni zoomorfe ritrovate nelle grotte di Altamira, Lascaux e Cognac (Graziosi, 1956).

<sup>5</sup> Come scrive ancora una volta, Eugenio Turri, nella scelta funzionale, l'agrario primitivo: «finiva

Dall'azione primitiva del costruire, corrispondente ai primi innesti fisici sul territorio, emerge un sistema simbolico produttore quella complessa struttura che comprende un apparato di percezioni e ricostruzioni mnemoniche, tradotto nei valori simbolici governanti le successive azioni dell'uomo sul contesto. Il percorso, in tal senso, è sostanza generante architettura come esperienza per misurare il reale e trarne i significati. Lo è quello della vita dell'Imperatore Adriano, che nell'edificazione della Villa Romana di Tivoli, traduce l'esperienza vissuta del suo errare lungo i territori sconfinati dell'impero romano in architettura costruita<sup>6</sup>. La Villa è la sintesi segnica di un enorme territorio culturale, complesso organico delle molteplici civiltà che lo stesso Adriano ha avuto modo di conoscere e appropriarsene durante il suo percorso di vita. Così il Pecile, composto dal quadriportico a chiusura di un grande giardino, occupato in larga parte da una vasca d'acqua collocata al centro e sostenuto dalle sottostrutture murarie delle cento camerelle, si configura quale riproduzione della *Stoa Poikile*, uno spazio porticato non distante dall'agorà di Atene in cui erano collocati le più importanti opere pittoriche del tempo. Una lunga vasca d'acqua racchiusa da lisce colonne e capitelli compositi, culminante nell'edera cupolata del tempio di Serapide, compone l'intera struttura del Canopo (fig. 1), rappresentazione segnica di un tratto del delta del Nilo culminante nella riproduzione analogica del Tempio ellenistico dall'omonima città Egizia. L'impianto planimetrico circolare del Teatro Marittimo (fig. 2), in cui Adriano amava isolarsi dal mondo esterno mediante un anello acquatico, si

con il costruire un paesaggio che sottolineava la diversità delle condizioni pedologiche e ambientali, ed esaltava, come in un gioco ritmico, la sua adesione alle condizioni territoriali. L'adesione si esprimeva in diversi modi, tra cui in primo luogo la stabilità delle sistemazioni realizzate, la quale significava che il contadino aveva ben compreso i meccanismi morfologici di cui occorreva tener conto per imporre un ordine funzionale alla produzione: e si esprimeva attraverso la forma stessa delle case, i tipi di colture praticate, le specie d'alberi usati non solo a fini produttivi ma anche per consolidare i ciglioni dei campi in pendio o per orlare i canali d'irrigazione in pianura, i materiali utilizzati per edificare le case, i muri di sostegno delle terrazze o i muri divisorii delle proprietà ecc.» (Turri, 1998, pp. 62-63).

<sup>6</sup> «La Villa era la tomba dei viaggi, l'ultimo accampamento del nomade, l'equivalente, in marmo, delle tende da campo e dei padiglioni dei principi asiatici. Quasi tutto ciò che il nostro gusto consente di tentare, già lo fu nel mondo delle forme: io volli provare quello del colore: il diaspro, verde come i fondi marini, il porfido poroso come le carni, il basalto, l'ossidiana opaca... Il rosso denso dei tendaggi si ornava di ricami sempre più raffinati; i mosaici delle mura e degli impiantiti non erano mai abbastanza dorati, bianchi, o cupi a sufficienza. Ogni pietra rappresentava il singolare conglomerato d'una volontà, d'una memoria, a volte d'una sfida. Ogni edificio sorgeva sulla pianta d'un sogno» (Yourcenar, 1951, p. 122).



Figura 1  
Canopo, Villa Adriana, Tivoli  
autore: Daderot, CC BY-SA 1.0



Figura 2  
Teatro Marittimo, Villa Adriana, Tivoli  
autore: Tango7174, CC BY-SA 4.0



compone di una successione di muri curvilinei e retti, sapientemente calibrati, con il sistema di coperture a chiusura dello spazio interno. In esso alcune partizioni murarie si smaterializzano in una successione di colonne ioniche di derivazione orientale che filtrano lo spazio interno. Altre con il medesimo linguaggio compongono lo spazio anulare che anticipa l'ingresso all'isola circolare, costituendo il portico racchiuso da una volta a botte. Ma il Teatro Marittimo non rappresenta univocamente un elemento di quella compresenza diacronica delle architetture della villa, definenti la temporalità del progetto, ma si configura quale cerniera del sistema multi assiale caratterizzante l'itero complesso della Villa Adriana, costituendo una nuova percezione temporale nei confronti di chi la fruisce. Se la successione, dei vari elementi della Villa, corrisponde ad una temporalità narrativa dinamica generata dalla concatenazione delle prospettive offerte dalle differenti costruzioni, nel Teatro Marittimo, nel momento in cui i ponti retrattili si ritirano, lasciando l'imperatore simbolicamente isolato in un tempo fermo e immobile, si genera una complessa coesistenza tra staticità della meditazione, offerta dallo spazio escluso dall'intero sistema, e la spazialità dinamica suggerita dalla configurazione planimetrica dello spazio interno. La Villa quale sintesi segnica di un territorio sconfinato come quello dell'impero romano si costituisce quale prodotto di memoria come negli infiniti percorsi descritti da Francesco Careri, il quale individua nell'erranza: «quell'azione necessaria che fa nascere l'esigenza di una costruzione simbolica del paesaggio» (Careri, 2006, p. 16). Simboli, che da un lato convergono nella dimensione mitica assegnata dall'uomo ai luoghi, dall'altro si traducono nei segni evocativi del progetto, come quelli descritti da Italo Calvino in *Le Cosmicomiche*<sup>7</sup> o in quelle infinite tracce urbane annotate da Perec in *Specie di Spazi*<sup>8</sup>, strutture materiali del progetto narrativo.

<sup>7</sup> La struttura dei segni è evidenziata in tal senso da Calvino attraverso dettagli capaci di sintetizzare un intero sistema «una concrezione calcarea sul basalto, una cresta sollevata dal vento sulla sabbia rappresa del deserto, la disposizione degli occhi nelle piume del pavone (pian piano il vivere tra i segni aveva portato a vedere come segni le innumerevoli cose che prima stavano lì senza segnare altro che la propria presenza, le aveva trasformate nel segno di se stesse e sommate alla serie dei segni fatti apposta da chi voleva fare un segno), le striature del fuoco contro una parete di roccia scistosa, la quattrocentoventisettesima scanalatura – un po' di sbieco – della cornice del frontone d'un mausoleo...» (Calvino, 1990, p. 40).

<sup>8</sup> L'infinito annotare di Perec si traduce in un processo metodologico di raccolta di tutti gli elementi che descrivono lo spazio. I particolari del quotidiano individuati in *Specie di Spazi*, si configurano quali segni che identificano e connotano lo spazio oggetto di analisi (Perec, 1974, pp. 73-76).

Avendo tracciato i limiti del concetto di percorso come materia sensibile da cui ricavarne i significati del progetto, analizzare le sue componenti permetterà di comprendere come esso si può tradurre in segno e trasformazione territoriale producendo significati. Aspetti ineliminabili del percorso sono lo spazio e il tempo, il primo corrispondente ad una lettura complessa, come scrive Careri (2006, p. 21), «un vuoto disabitato e spesso impraticabile», in cui non vi sono segni statici ma un costante ridefinirsi dei riferimenti in funzione dei significati territoriali, il secondo legato alla sua evoluzione, anch'esso dinamico in relazione agli eventi temporali aventi carattere di lentezza e velocità. Lo spazio del percorso, letto nei termini dell'esperienza, percettiva si modifica grazie alla sua connotazione contemplativa, poiché la conoscenza territoriale rappresenta quella modifica culturale che traduce lo spazio in luogo, pertanto, possiamo identificarlo come quella componente gnoseologica del progetto. Ma lo spazio del percorso è anche quello scenario di azioni dell'uomo fabbrile che trasforma il territorio, lo percorre, lo osserva sino a «farsi spettatore compiaciuto della sua azione, scoprendo in definitiva che il paesaggio può porsi come misura delle capacità umane» (Turri, 1998, p. 76). *L'Allegoria del Buono e del Cattivo Governo* (fig. 3) di Ambrogio Lorenzetti, ciclo di affreschi realizzato tra il 1337 e il 1339 nella Sala dei Nove del Palazzo Pubblico di Siena, anticipa le intenzio-



Figura 3  
Ambrogio Lorenzetti, Effetti del Buon Governo in campagna, 1338-1339,  
Sala della Pace, Palazzo Pubblico, Siena

nalità estetiche della costruzione territoriale, rappresentando tale rapporto tra l'azione trasformativa e quella contemplativa (Turri, 1998). Il ciclo di affreschi sintetizza uno spazio diacronico delle trasformazioni, in seguito alla corrispondenza di spazi e temporalità dissimili, quale prodotto di quella composizione dinamica di segni e simboli riconosciuti dall'autore e riconoscibili nel paesaggio. Nella molteplicità temporale si istaura un secondo carattere di relazione con l'azione del camminare, quello della temporalità come prodotto di compressioni e dilatazioni. La temporalità, in tal senso, è un fenomeno che trae i suoi significati dal rapporto di tutto ciò che è sensibile di movimento con gli elementi statici dell'architettura. Rosario Assunto (1968), nel mettere a confronto la temporalità di natura a quella dell'uomo, descrive la prima come connotata da una condizione dinamica e ciclica basata sul rinnovamento costante dei suoi componenti, mentre la seconda caratterizzata da una temporalità statica, quale azione nel territorio che si traduce in modifica irreversibile dello spazio costruito. Come scrive Careri:

I menhir appaiono per la prima volta in età neolitica e costituiscono gli oggetti più semplici e più densi di significati di tutta l'età della pietra. Il loro innalzamento rappresenta la prima azione umana di trasformazione fisica del paesaggio: una grande pietra distesa orizzontale mente sul suolo è ancora soltanto una semplice pietra senza connotazioni simboliche, ma la sua rotazione di novanta gradi e il suo conficcamento nella terra trasformano la pietra in una nuova presenza che ferma il tempo e lo spazio: istituisce un tempo zero che si prolunga nell'eternità e un nuovo sistema di relazioni con il paesaggio circostante» (Careri, 2006, p. 30)

La Land art, forse anche per il suo legame intimo con il paesaggio, ha proposto temi che introducono tali relazioni di carattere temporale tra uomo e territorio, come nel Cretto di Gibellina di Alberto Burri (fig. 4), che risponde ad un evento tragico ed estremamente veloce come quello del terremoto, attraverso l'azione simbolica di sovrapporre un velario di cemento armato sui ruderi della città, fermando inequivocabilmente il tempo del disastro in un'azione interpretativa tra il tema della vita e quello della morte (Recalcati, 2018). Attraverso la costruzione dell'opera d'arte risponde all'accelerazione temporale dell'evento sismico producendo uno stato di immanenza e di stasi temporale nelle macerie cristallizzate dal calcestruzzo. Dalla stasi temporale della trasformazione, Joseph Beuys ci riporta alle temporalità lentissime e dilatate delle conformazioni naturali del bosco, realizzando, in occasione dell'esposizione Documenta di Kassel, l'opera 7000 querce. Beuys, recupera 7000 pietre di basalto da vendere





Figura 4  
Alberto Burri, *Il grande cretto*, Gibellina, 1984-1989,  
foto dell'autore

per ricavare i fondi necessari alla messa a dimora delle querce, componendo un'opera che impiegherà circa 300 anni per la sua costruzione, superando la vita stessa dell'artista che la realizza (Oman, 1998). La temporalità si dilata attraverso un'azione concettuale che interpreta il percorso nella sua natura globale e ambientale che contraddistingue la contemporaneità. Sulla medesima lettura temporale si inserisce il lavoro di Robert Smithson nella sua *Spiral Jetty* (fig. 5). Il molo, realizzato nel 1970 sulle sponde del Great Salt Lake interpreta i lunghissimi processi chimici della sedimentazione dei materiali che lo compongono, fango, cristalli di sale, rocce e acqua. In questa sua interrelazione con i processi di trasformazione naturale l'opera cambia nel tempo, risentendo tutt'ora delle accelerazioni causate dal cambiamento climatico in atto. Relazione temporale, trasmessa poi, dal documentario che costituisce parte integrante dell'opera, in cui si vede l'autore correre in modo frettoloso lungo la spirale, probabile riferimento alla direzione intrapresa dall'uomo contemporaneo nei confronti



Figura 5  
Robert Smithson, Spiral Jetty, 1970,  
CC-BY-SA-2.0

dell'ambiente. In tal senso, la lentezza, acquista una valenza significativa nelle relazioni temporali individuate dal percorso. Valenza di carattere estetico in grado di far riconoscere una determinata qualità dello spazio ma anche quale momento necessario alla comprensione del territorio, in quella lettura segnica che l'esperienza del percorso è in grado di fornire<sup>9</sup>. L'architettura e il progetto, talvolta, si pongono quali strumenti capaci di provocare relazioni interpretative, nei confronti del contesto territoriale e il percorso diviene il filo conduttore del rapporto tra uomo e natura, produttore miti e riferimenti compositivi guida delle successive interrelazioni con il paesaggio.

<sup>9</sup> Scriveva Franco Cassano ne *Il pensiero meridiano*: «Bisogna essere lenti come un vecchio treno di campagna e di contadine vestite di nero, come chi va a piedi e vede aprirsi magicamente il mondo, perché andare a piedi è sfogliare il libro e invece correre è guardarne soltanto la copertina. Bisogna essere lenti, amare le soste per guardare il cammino fatto, sentire la stanchezza conquistare come una malinconia le membra, invidiare l'anarchia dolce di chi inventa di momento in momento la strada» individuando nella lentezza un valore dal carattere mediterraneo (Cassano, 1996, p. 13)

## Il percorso come sostanza progettuale

La sistemazione dell'area archeologica attorno all'acropoli e al colle di Filopappo di Atene, progettata da Dimitri Pikionis tra il 1954 e il 1957 (fig. 6), interpreta il tema del segno quale risultato di stratificazione temporale già a partire dalle fasi di costruzione. La scelta di Pikionis di utilizzare le pietre ritrovate in loco e mischiarle con architravi o altri elementi provenienti dalla stessa area archeologica scaturisce da quella intenzionalità di costruzione spaziale diacronica, comprendente fasi temporali differenti all'interno dello stesso progetto. In questo caso, la pietra quale materia sensibile agli eventi e allo scorrere del tempo, si mescola alle parti antiche rinvenute dalle tombe del tempo di Demetrio Poliorcete e da frammenti antichi scoperti nel luogo. Ma la ricerca di Pikionis, rivolta ad una ricostruzione di una continuità del percorso storico, si fonde con la storia culturale dell'architetto, come scrive Ferlenga (1999) Pikionis:

ridisegna la topografia della sua formazione culturale e della sua infanzia, l'intervento si sviluppa in due livelli uno che ordina i frammenti e ne amplifica il ruolo



Figura 6  
Vista dell'Acropoli di Atene dal colle di Filopappo,  
autore: Aleksandr Zykov, CC-BY-SA-2.0

mettendo in connessione antichi assetti e ricomponendo ambienti mettendo in relazione visiva parti separate ed uno occulto intento ad evocare emozioni, a indurre percezioni cosmiche che superano la realtà. (Ferlenga, 1999, p. 230)

A tal fine, l'architetto greco, non agisce unicamente mediante operazioni di disseppellimento e ricollocazione, ma attua un processo critico risultato di un percorso culturale personale, mediante la rimozione di tutte le strutture e dei sentieri arbitrari. Pikionis individua le tracce significative di quel processo geologico che corrisponde alla stratificazione segnica del paesaggio, interpretando il progetto lungo la collina vicina all'acropoli come un prodotto di una continuità ricostruita. Tutti gli elementi non necessari, come baracche, strutture, pavimentazioni ed essenze arboree e arbustive che non si collocano in continuità con il sistema preesistente vengono eliminati. Alla spazialità diacronica progettata come somma temporale dei segni necessari si associa la temporalità narrante delle prospettive percepibili. Pikionis individua i tracciati a partire da una piccola piazza con un ulivo e una pavimentazione che si intreccia con il paesaggio, si susseguono poi una serie di percorsi divergenti che avanzano verso i propilei, sullo sfondo dell'incedere verso l'acropoli si stagliano in una successione di quadri visivi le visuali dell'architettura templare greca protagonista costante e latente dell'intero progetto. Su di essa in una successione di primi piani e controcampi le tracce archeologiche e le specie vegetali si sovrappongono via via nel sentiero in una serie di rimandi a composizioni astratte.

Il sistema di percorsi progettato da Pasquale Culotta e Giuseppe Leone (fig. 7) si confronta con la scogliera di Cefalù intrecciando un insieme di relazioni spaziali tra il sistema naturale della scogliera e le strutture storiche del bastione e delle mura megalitiche (Culotta, Leone, 1992). Il processo operato dai due architetti, analogamente al lavoro di Pikionis, prosegue lungo due direzioni, la prima di eliminazione delle superfetazioni, la seconda di costruzione del percorso che, in tal caso si produce in una serie di transizioni spaziali differenti che lo costruiscono attraverso un approccio esperienziale. La cura con cui quest'ultimo si adagia lungo la scogliera suggerisce uno sviluppo costruttivo per fasi, quasi a tastarne di volta in volta l'impervia superficie della roccia. Al tracciato multiforme, che si dipana lungo le superfici rocciose, si affiancano segni che rafforzano la natura contemporanea del progetto, come un bianco corpo scala monolitico che conduce al bastione, un sistema di scale che s'intreccia su sé stesso conducendo i passanti verso il mare, una passerella in ferro incastonata tra gli scogli e





Figura 7  
Pasquale Culotta e Giuseppe Leone, Waterfront, Cefalù, 1987-2004,  
foto dell'autore

altri piccoli interventi capaci di evidenziare quel rapporto tra forma naturale e costruzione razionale dell'uomo attraverso il segno.

Il giardino botanico di Barcellona progettato da Carlos Ferrater e realizzato tra il 1989 e in 1999 (fig. 8) ridefinisce topograficamente i 14 ettari della collina del Montjuic attraverso una griglia triangolare che si adatta alla pendenza del terreno e ne definisce i percorsi. La configurazione della griglia acquisisce una connotazione tecnologica e funzionale oltreché percettiva, da un lato, tale scelta consente la razionalizzazione degli impianti necessari definendo sistemi ambientali connotati da differenti tipologie di irrigazione e irraggiamento delle piante messe a dimora nel giardino botanico. Dall'altro si compone come una struttura sfaccettata che si scompone in frattali, ritorno alla matrice naturale a partire dall'azione artificiale della sovrapposizione della griglia sul paesaggio (Preziosi, 2002).

In tutti e tre i progetti si può notare come il percorso contempla nel suo insieme una duplice lettura, una contemplativa dell'esistente scaturente nel processo



Figura 8  
Carlos Ferrater, Giardino Botanico, Barcellona, 1989-1999,  
autore: Canaan, CC-BY-SA-3.0

di ricostruzione segnica, anche a patto di eliminare gli elementi non necessari, o interpretativa del contesto naturale, come nella discarica del Montjuic trasformata in giardino botanico. L'altra percettiva, volta alla definizione di un nuovo segno avente carattere di spazialità e temporalità, che interviene della struttura morfologica del contesto e ne definisce nuovi significati. Il percorso, prima azione contemplativa restituente l'interpretazione dei fenomeni del mondo, poi segno architettonico, si configura come un medium, un complesso di azioni che tramandano i messaggi culturali attraverso le forme costruite nel ricorrersi della storia. In tal senso il duplice ruolo, quale infrastruttura contenitore di memoria e territorio progettuale esplorabile, indagato da questo contributo, acquista una valenza fondamentale nel progetto d'architettura e di paesaggio.

### *Bibliografia*

- Assunto R. (1973), *Il paesaggio e l'estetica*, Napoli, Giannini.
- Calvino I. (1990), *Le Cosmicomiche*, Milano, Mondadori.
- Careri F. (2006), *Walkscapes Camminare come pratica estetica*, Torino, Einaudi.
- Cassano F. (1996), *Il pensiero meridiano*, Roma-Bari, Laterza.
- Culotta P., Leone G., Vigneri S. (1989), *Il fronte a mare*, «Lotus», n. 62, p. 92.
- Ferlenga A. (1999), *Pikionis 1887-1968*, Milano, Electa.
- Graziosi P. (1956), *L'arte dell'antica età della pietra*, Firenze, Sansoni.
- Lupo G. (2011), *Il viaggio cittadino di Elio Vittorini*, in Vittorini E. (1969), *Le città del mondo*, Torino, Einaudi, pp. 9-16.
- Oman H. (1998), *Joseph Beuys. Die Kunst auf dem Weg zum Leben*, Monaco, Heyne.
- Perec G. (1974), *Specie di Spazi*, Torino, Bollati Boringhieri, 1989.
- Pirrone G. (1994), *L'isola del sole. Architettura dei giardini in Sicilia*, Palermo, Electa.
- Preziosi M. (2002), *Carlos Ferrater, Opere e progetti*, Milano, Electa.
- Turri E. (1998), *Il paesaggio come teatro. Dal territorio vissuto al territorio rappresentato*, Venezia, Marsilio.
- Recalcati M. (2018), *Alberto Burri. Il grande cretto di Gibellina*, Arezzo, Magonza.
- Vittorini E. (1969), *Le città del mondo*, Torino, Einaudi, 2011
- Yourcenar M. (1951), *Le memorie di Adriano*, Torino, Einaudi, 1988.





## CASE HISTORIES



# “Gocce schizzinose: come cambiano le amicizie tra gocce e superfici”. Un laboratorio interattivo modulabile

*Eva Santini, Fabrizio Valenza, Francesca Cirisano, Francesco Mocellin, Giovanna Canu*

Istituto di Chimica della Materia Condensata e di Tecnologie per l'Energia (CNR-ICMATE), Genova

## 1. Introduzione

Il laboratorio “Gocce schizzinose” nasce dalla volontà di un gruppo di ricercatori del Consiglio Nazionale delle Ricerche, della sede secondaria di Genova dell'istituto ICMATE, Istituto di Chimica della Materia Condensata e di Tecnologie per l'Energia di far conoscere le proprie tematiche di ricerca non solo ad esperti, ma ad un pubblico più ampio. In particolare, le tematiche illustrate durante le attività del laboratorio sono incentrate su specifiche proprietà dei materiali liquidi, ossia la tensione superficiale e la bagnabilità, come verrà meglio dettagliato in seguito. La tensione superficiale, ossia la resistenza della superficie libera di un liquido, è strettamente correlata alla formazione di gocce o bolle e quindi alla produzione di sistemi dispersi, quali schiume ed emulsioni, in presenza di molecole di tensioattivo. Questo ha una notevole ricaduta in campo industriale in diversi settori, come quello alimentare (ad esempio, maionese e gelati), cosmetico (creme e detergenti corpo), farmaceutico (pomate e capsule).

D'altro canto, i fenomeni di bagnabilità, cioè la tendenza di un liquido a mantenere il contatto con una superficie solida, rivestono una significativa importanza non solo in diversi aspetti della vita quotidiana ma anche in molti settori tecnico-scientifici, coinvolgendo materiali di diversa natura (vetri, polimeri, metalli e ceramici). Infatti, le proprietà di bagnabilità delle superfici possono essere impiegate, ad esempio, in campo marittimo per evitare che gli scafi delle imbarcazioni vengano degradati da vegetazione marina, nella produzione di superfici autopulenti (vetri, pannelli solari, abbigliamento tecnico). I fenomeni di bagnabilità che coinvolgono i metalli liquidi sono invece molto importanti in processi industriali come quelli che si trovano in fonderia, nelle saldature in microelettronica, nelle giunzioni di ceramiche, nelle tecniche per brasatura,

nella produzione di compositi a matrice metallica per infiltrazione, nella produzione di schiume metalliche.

**Cosa si impara?** Scopo del laboratorio proposto è mostrare a visitatori/scolarresche come le proprietà dei materiali appena citate, che generalmente vengono studiate a livello di scienza di base, abbiano interessanti applicazioni tecnologiche. Gli esperimenti sono pensati per essere svolti dai partecipanti e per farli avvicinare in maniera semplice e intuitiva alla comprensione della chimica-fisica delle superfici e alla reale attività scientifica che avviene normalmente all'interno di un ente di ricerca.

## 2. Contenuti scientifici

*Perché si formano le bolle? Cosa intendiamo quando diciamo che una superficie è bagnata? L'acqua è l'unica sostanza che bagna e che può formare le gocce? È possibile apportare dei cambiamenti alle superfici per non farle bagnare?* Il laboratorio è ideato per illustrare in maniera semplice, e modulabile a seconda del target dei partecipanti, le proprietà dei liquidi che permettono di trovare le risposte a questi quesiti: la tensione superficiale e la bagnabilità.

Per capire il concetto di tensione superficiale consideriamo un bicchiere riempito con un liquido: le molecole all'interno possono interagire con le altre molecole vicine in tutte le direzioni, quindi le forze di attrazione sono equilibrate. Alla superficie, invece, le forze non sono equilibrate verso l'alto ed è per questo che le molecole dell'interfaccia hanno il potenziale e la necessità di creare nuove interazioni. Questo eccesso di forze che si viene a formare alla superficie è chiamata **tensione superficiale**, ossia la forza che si stabilisce fra le molecole di liquido che stanno in superficie a contatto diretto con l'aria, nella zona di confine tra due sostanze diverse (aria e liquido). Queste molecole, infatti, grazie alla loro grande attrazione formano una specie di pellicola resistente: in natura abbiamo evidenza di questo fenomeno osservando alcuni piccoli insetti capaci di camminare sull'acqua.

Questo concetto viene spiegato attraverso un esperimento che consiste nella "rottura" della tensione superficiale mediante l'utilizzo del sapone. Il sapone, come molti altri prodotti in commercio (creme, shampoo, detersivi, farmaci...), contiene molecole che si chiamano tensioattivi, molecole caratterizzate dalla presenza nella loro struttura di un gruppo affine all'acqua (testa idrofilica) e di uno repellente all'acqua (coda idrofobica). Questa particolare

“Gocce schizzinose: come cambiano le amicizie tra gocce e superfici”

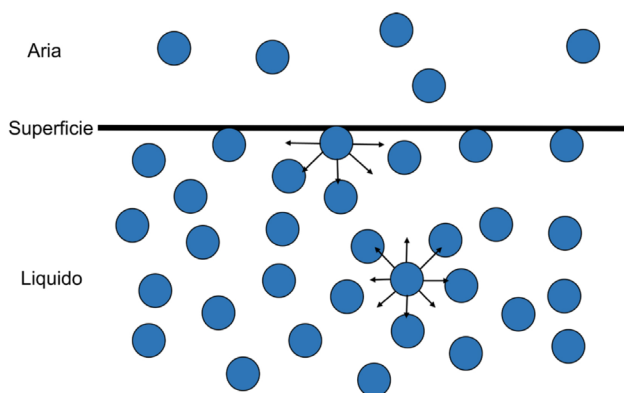


Figura 1

Forze che agiscono sulle molecole d'acqua all'interno del liquido e all'interfaccia

struttura permette il loro adsorbimento all'interfaccia acqua/aria o, nel caso di due liquidi, acqua/olio, modificandone le proprietà.

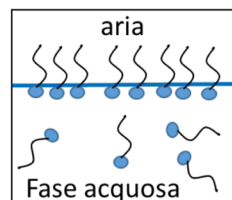
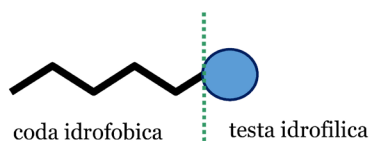


Figura 2

(sinistra) struttura di un tensioattivo e (destra) adsorbimento di tensioattivi all'interfaccia acqua/aria

Infatti, se aggiungiamo una goccia di sapone all'acqua, le molecole di tensioattivo diminuiscono la tensione superficiale dell'acqua, perché la testa idrofila tende a legarsi alle molecole di acqua e a “rompere” la tensione superficiale.

La tensione superficiale influenza anche la bagnabilità di un liquido su un solido. L'angolo di contatto che una goccia liquida forma con una superficie solida è la grandezza che viene comunemente utilizzata dagli scienziati per misurare il grado di bagnabilità. Esso risulta dall'equilibrio tra le forze di coesione che tengono insieme le molecole del liquido (tensione superficiale) e le forze

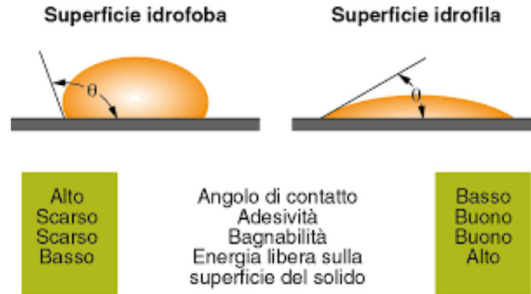


Figura 3  
Bagnabilità di una superficie idrofoba e di una superficie idrofila

di adesione che causano l'interazione tra il liquido e il solido. Se ci riferiamo al liquido più comune, l'acqua, si può parlare di superfici che hanno “paura” dell'acqua e che quindi vengono definite idrofobe oppure di superfici che “amano” l'acqua e che quindi sono idrofile. Questo concetto si può allargare ad ogni tipo di liquido, come le soluzioni organiche o i metalli a temperature superiori al loro punto di fusione.

Se l'angolo di contatto è nullo, la superficie viene completamente bagnata; la superficie, invece, non è bagnata nel caso in cui l'angolo sia pari a  $180^\circ$ .

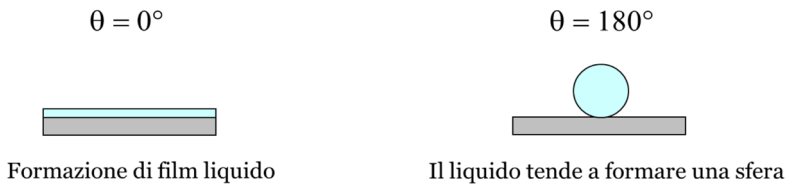


Figura 4  
Casi limite di angoli di contatto

Tra le due situazioni limite, si verificano tutti gli altri casi, che vengono suddivisi in tre casi intermedi. Ci si riferisce quindi ad angoli inferiori, uguali, oppure superiori a  $90^\circ$ : se il liquido ha un angolo di contatto statico tra  $0^\circ$  e  $90^\circ$  bagna la superficie (se il liquido è acqua la superficie è detta idrofila), se il liquido non bagna la superficie (se si tratta di acqua la superficie è idrofoba), l'angolo di contatto è superiore  $90^\circ$ , e si può osservare uno stato estremo di

“Gocce schizzinose: come cambiano le amicizie tra gocce e superfici”

idrofobicità con  $\theta > 150^\circ$ . In quest'ultimo caso si parla di superfici superidrofobiche, la cui importanza è soprattutto correlata agli effetti autopulenti, in particolare per tutte le applicazioni che necessitano di evitare il contatto con l'acqua.

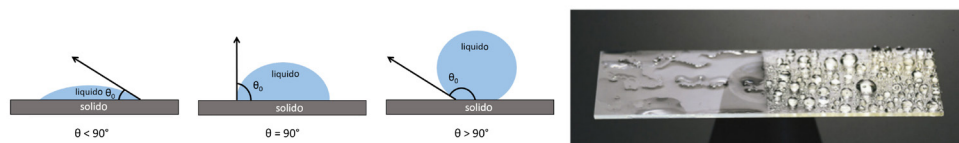


Figura 5  
(sinistra) Valori dell'angolo di contatto e  
(destra) bagnabilità di gocce d'acqua su superfici differenti

Tutti questi concetti, come precedentemente citato, possono essere estesi a liquidi che di solito non vediamo quotidianamente. Ad esempio, studiare i fenomeni di bagnabilità che coinvolgono i metalli liquidi, cioè al di sopra del loro punto di fusione, è molto importante nei processi industriali. Quando un metallo o lega liquida viene a contatto con un materiale solido (ad es. un contenitore per una colata o un materiale da saldare), le alte temperature danno luogo a un'elevata mobilità atomica e quindi a complessi fenomeni interfacciali che possono modificare le proprietà delle superfici a contatto; dunque, oltre agli angoli di contatto, occorre studiare e controllare questi fenomeni.

### 3. Come si svolge il laboratorio

Il laboratorio didattico interattivo è stato progettato fin dall'inizio come laboratorio hands on, che prevede la partecipazione attiva dei fruitori, con un target di 6-14 anni. È stata dunque prestata particolare attenzione agli aspetti legati alla sicurezza, nonché al costo e alla reperibilità dei materiali utilizzati. Inoltre, è stato curato il linguaggio, in modo da fornire informazioni corrette dal punto di vista scientifico, ma comprensibili al pubblico di riferimento. Quando necessario ricorrere ad animatori scientifici per la realizzazione del laboratorio, è stata fornita un'adeguata formazione al personale, sia riguardo ai contenuti scientifici, sia per la descrizione degli esperimenti.

Le attività del laboratorio, della durata complessiva di circa un'ora, sono organizzate in modo tale da rendere attivamente partecipe ogni visitatore.



Inizialmente, il gruppo/scolaresca è raccolto per il racconto degli argomenti scientifici che verranno affrontati, con esempi delle loro applicazioni nella vita quotidiana. A seconda dell'evento in cui il laboratorio è presentato, questa prima fase è trattata con l'ausilio di video o mediante la spiegazione dei ricercatori. A questo punto, i visitatori vengono divisi in 4 mini-gruppi e posizionati ognuno ad un proprio tavolo per svolgere l'esperimento assegnato. Per far sì che

tutti possano effettuare ogni attività proposta nel laboratorio, i 4 mini-gruppi si alternano nelle varie postazioni.

### *Attività del laboratorio*

Il laboratorio **“Gocce schizzinose”** vuole far comprendere concetti di carattere chimico-fisico, quali la tensione superficiale e la bagnabilità, in maniera semplice e intuitiva. Il concetto di tensione superficiale viene spiegato con un esperimento che permette di determinare una rottura delle forze di coesione delle molecole d'acqua presenti in superficie, mentre la bagnabilità è affrontata considerando due punti di vista:

- l'influenza della tensione superficiale del liquido sulla bagnabilità delle superfici solide mediante prove di bagnabilità di gocce d'acqua e di soluzioni di sapone su diversi materiali.
- modifica della superficie solida per renderla superidrofobica e quindi completamente repellente all'acqua.

#### *Attività 1. Tensione superficiale e sua modifica mediante tensioattivi*

*Descrizione.* Alcune gocce di acquerello di diverso colore vengono versate in un piattino riempito con latte formando delle chiazze colorate. A questo punto, un cotton fioc viene intinto in un bicchiere contenente detersivo per piatti e poi appoggiato sulla superficie del latte.

*Cosa si osserva.* I colori iniziano a diffondersi e ad allontanarsi dal punto in cui è stato inserito il cotton fioc, sembra che i colori scappino dal detersivo.

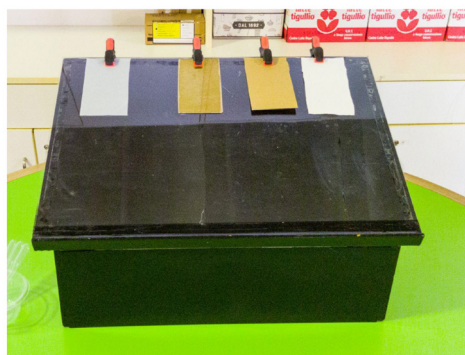


“Gocce schizzinose: come cambiano le amicizie tra gocce e superfici”

*Perché.* Il detersivo sulla estremità del cotton fioc contiene tensioattivi che a contatto con il latte ne abbassano la tensione superficiale. Questo crea un gradiente di tensione superficiale tra una zona e l'altra del piatto che determina un flusso di liquido, visibile grazie alla presenza dei colori, dalla posizione con tensione superficiale più bassa (quella dove c'è il detersivo) verso quella con tensione superficiale più elevata (l'acqua senza detersivo).

## Attività 2. Bagnabilità di acqua e soluzione di sapone su diversi materiali

*Descrizione esperimento.* Quattro superfici differenti vengono fissate su un supporto inclinato per mezzo di pinze: teflon; ottone; pezzo di stoffa trattato con cera; pezzo di cartone trattato con rivestimento superidrofobico. Con la pipetta di plastica, su ogni superficie viene versata qualche goccia di acqua. Su tutti i substrati, successivamente, vengono versate anche gocce di una soluzione di acqua e tensioattivo (sapone):



*Cosa si osserva.* Si osservano i diversi comportamenti dell'acqua rispetto alle diverse superfici:

- **teflon:** si formano gocce con un angolo di contatto  $> 90^\circ$ . Se di piccole dimensioni, le gocce rimangono ferme, se si aumenta il volume esse tendono a scivolare verso il basso senza lasciare scia.
- **ottone:** la goccia bagna la superficie con angolo di contatto  $< 90^\circ$ . Le gocce tendono a non scivolare verso il basso. Per indurle a scivolare si deve aumentare il loro volume. Scivolando la goccia un po' si frammenta e lascia una piccola scia.
- **pezzo di stoffa trattato con cera:** la superficie trattata non si bagna e la goccia è in grado di scivolare sulla stoffa senza fermarsi, mentre viene assorbita quando incontra la parte non trattata.
- **cartone trattato con superidrofobico:** nella zona trattata la goccia rimbalza lasciando la superficie asciutta, mentre nella zona non trattata bagna completamente la superficie.

Allo stesso modo, si può osservare come si modifica questo comportamento quando anziché l'acqua vengono versate delle gocce di soluzione composta da acqua e sapone. Infatti, tutte le superfici si bagnano maggiormente e anche il materiale superidrofobico tende a perdere questa sua particolare caratteristica.

*Perché.* La tensione superficiale dell'acqua con sapone è più bassa rispetto a quella dell'acqua pura a causa della presenza di molecole di tensioattivo. Questo incide sulla diversa bagnabilità dei liquidi a parità di superficie solida.

### Attività 3. Bagnabilità di metalli liquidi su diversi materiali

*Descrizione esperimento.* Vengono introdotti i metalli liquidi mediante l'osservazione di contenitori trasparenti sigillati contenenti mercurio liquido. Si introduce il gallio come elemento, parlando dei suoi utilizzi e del fatto che fonde a temperature prossime a quella ambiente, cioè a circa 30 °C. Se non è ancora liquido, viene fatto fondere in acqua tiepida/calda. Successivamente, mediante una siringa, l'animatore deposita delle gocce di gallio su alcuni substrati, notando che non bagna alcuni materiali (teflon o grafite) mentre ne bagna ottimamente altri, come il vetro: si mostra a questo proposito uno specchio realizzato su una capsula di vetro.

*Cosa si osserva:*

- il mercurio forma un menisco convesso indicante che l'angolo di contatto è molto maggiore di 90°;
- in virtù della sua alta tensione superficiale (circa 7 volte quella dell'acqua), la goccia contenuta nella scatolina ha un aspetto “panciuto”, perché tende a minimizzare la sua superficie;
- la provetta contenente mercurio è molto pesante!



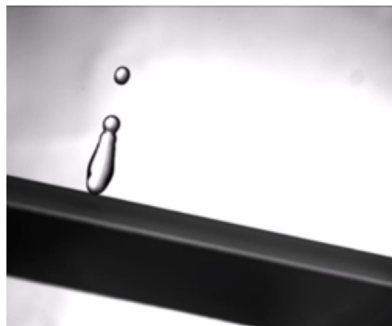
### Attività 4. Modifica della superficie per renderla superidrofobica

*Descrizione esperimento 1.* In questo esperimento si modifica una superficie di cartone, molto idrofila, con un preparato a base di polimeri riciclati ed etil acetato, che una volta spruzzato sul cartone lo renderà superidrofobico, grazie alla deposizione di un film sottile sul solido. A questo punto sulla superficie trattata si fanno scivolare delle gocce d'acqua mediante una spruzzetta.

“Gocce schizzinose: come cambiano le amicizie tra gocce e superfici”

*Cosa si osserva.* Le gocce d’acqua rimbalzano sulla superficie, senza bagnarla.

*Perché.* La superficie superidrofobica è caratterizzata da una elevata idrorepellenza, quindi una bassa adesione con l’acqua. Nel momento in cui una goccia d’acqua viene a contatto con tale superficie, non riesce ad aderirvi e quindi a bagnarla. Questo determina un allontanamento della goccia dalla superficie mediante rotolamento o rimbalzi a seconda dell’energia con la quale l’acqua impatta sulla superficie.



*Descrizione esperimento 2.* In questo esperimento si modifica un pezzo di stoffa, tendenzialmente molto idrofilico, con della cera di candela. Strofinando la candela sulla stoffa e scaldando con un asciugacapelli la parte trattata per uniformare lo strato di cera, la superficie viene modificata influenzandone la bagnabilità.

*Cosa si osserva.* L’angolo di contatto tra solido e acqua è notevolmente aumentato, si può addirittura osservare come le gocce possano scivolare sulla stoffa trattata senza bagnarla.

*Perché.* La superficie idrofobica formata con la cera della candela ha una buona idrorepellenza, in quanto la cera è costituita da molecole molto apolari e, per questo, ha una bassa adesione con l’acqua. Quando una goccia d’acqua viene a contatto con la stoffa trattata essa tende a scivolarvi sopra senza bagnarla.

#### 4. “Gocce schizzinose” come laboratorio modulabile

L’esperienza è iniziata come proposta di laboratorio interattivo, accettata ad un festival scientifico di rilevanza nazionale, il Festival della Scienza di Genova, nel 2018<sup>1</sup>. Nel tempo, questa esperienza è continuata con l’ideazione di un altro laboratorio al Festival della Scienza, il laboratorio “IntrappolAria”<sup>2</sup>, riguardante schiume ed emulsioni, fortemente correlato alle stesse tematiche e di grande interesse tecnologico. Al contempo, le attività sono state presentate ad altri eventi divulgativi, rimodulandole di volta in volta a seconda dell’evento,

<sup>1</sup> <http://festival2018.festivalscienza.it/site/home/programma-2018/gocce-schizzinose.html>.

<sup>2</sup> <http://festival2019.festivalscienza.it/site/home/programma-2019/intrappolaria.html>.

del tipo di pubblico e del tempo assegnato. Ad oggi, sono stati realizzati una decina di laboratori didattici<sup>3</sup>, che hanno visto la partecipazione di oltre 3200 persone (tabella 1), in prevalenza, ma non esclusivamente, studenti degli istituti comprensivi, a cui si rivolge prevalentemente questo contenuto scientifico. Altri laboratori sono già programmati e di prossima realizzazione.

Anno	Evento in presenza	Visitatori
2018	Festival della Scienza	1094
2019	Festival della Scienza	1931
2019	Dal banco di scuola...	30 <sup>(*)</sup>
2019	Che festival	30 <sup>(*)</sup>
2019	Festival dello Spazio Junior	30 <sup>(*)</sup> x 3 = 90
2021	Notte Europea dei Ricercatori	10 <sup>(**)</sup>
2022	Progetto Scuola di Genova Cornigliano	30 <sup>(*)</sup>
2022	Fiera Didacta Italia	26

<sup>(\*)</sup> 1 classe = 30 persone.

<sup>(\*\*)</sup> limitazioni causa pandemia di Covid-19

Tabella 1

Elenco dei laboratori realizzati, con riferimenti temporali e numero di partecipanti

Oltre ai laboratori didattici, l'attività divulgativa si è allargata nel tempo ad altre modalità, come realizzazione di video<sup>4</sup>, formazione insegnanti<sup>5</sup>, fino alla progettazione di kit didattici, in fase di realizzazione<sup>6</sup> in collaborazione con

<sup>3</sup> <https://www.festivaldellospazio.com/il-festival-junior-2019/>; <https://chefestival.it/>; <https://www.sharper-night.it/evento/laboratorio-gocce-e-bolle/>; [https://www.cnr.it/it/evento/17822?fbclid=IwAR07G\\_JanyDvxo3Dd4CRxJ2lR1kQyPkC8R8X0epVEGi0wkLEL0pBSOqXNQa](https://www.cnr.it/it/evento/17822?fbclid=IwAR07G_JanyDvxo3Dd4CRxJ2lR1kQyPkC8R8X0epVEGi0wkLEL0pBSOqXNQa).

<sup>4</sup> [https://www.youtube.com/watch?v=yEX\\_LgovUP0&list=PLajkmLXJqxoXc24nR\\_zqj4Qtoc8\\_4fBZu&index=3](https://www.youtube.com/watch?v=yEX_LgovUP0&list=PLajkmLXJqxoXc24nR_zqj4Qtoc8_4fBZu&index=3); [https://www.youtube.com/watch?v=35OCnziaw2Q&list=PLajkmLXJqxoXc24nR\\_zqj4Qtoc8\\_4fBZu&index=6](https://www.youtube.com/watch?v=35OCnziaw2Q&list=PLajkmLXJqxoXc24nR_zqj4Qtoc8_4fBZu&index=6).

<sup>5</sup> <https://fieradidacta.indire.it/eventi/gocce-e-bolle/>; <https://www.cnr.it/it/evento/17889/didacta-2022>.

<sup>6</sup> <http://sciencebox.cnr.it/index.php/sci-box/goccebolle>.

“Gocce schizzinose: come cambiano le amicizie tra gocce e superfici”

l'Unità Comunicazione del CNR, da proporre agli istituti scolastici, per permettere la fruizione dei contenuti al più vasto pubblico possibile.

Lo scopo ultimo dell'attività divulgativa è diffondere il sapere, oltre che far conoscere le attività di ricerca del CNR svolte all'interno dell'istituto di cui facciamo parte e, più in generale, mostrare come il lavoro dell'istituto sia di fondamentale importanza per il costante miglioramento della qualità della vita e per realizzare materiali sempre più sostenibili dal punto di vista ambientale.

### *Conclusioni*

Il laboratorio interattivo “Gocce schizzinose” permette di capire come le proprietà interfacciali dei liquidi (la tensione interfacciale e la bagnabilità) siano di grande interesse in svariati campi industriali, a partire dall'alimentare fino a giungere all'edilizia e all'aerospaziale. I partecipanti al laboratorio hanno modo di comprendere come attività apparentemente molto diverse siano accomunate dallo stesso filo conduttore. In particolare, si impara che le gocce possono essere formate da materiali molto diversi dall'acqua, ma capaci di bagnare una superficie allo stesso modo dell'acqua. Un altro aspetto interessante che viene affrontato è la modifica delle superfici per variarne la bagnabilità. In questo modo si riesce a capire l'importanza del comportamento delle gocce sia nella vita di tutti i giorni sia in campo industriale.

A partire dalla presentazione di “Gocce schizzinose” ai primi eventi divulgativi, è risultato evidente che il punto di forza del laboratorio consiste nella possibilità, da parte dei partecipanti, di svolgere direttamente gli esperimenti scientifici e di utilizzare strumentazione che tipicamente si trova in un laboratorio chimico. Per questo motivo, sono stati ideati altri laboratori sulle stesse tematiche, sempre di tipo hands on, in particolare sulle schiume liquide e le emulsioni, strettamente correlate. Col tempo e con la realizzazione di più laboratori a diversi eventi, è stato aumentato il numero di esperimenti per permettere lo sviluppo del laboratorio verso la realizzazione di un kit didattico più ampio, di prossima realizzazione, per svolgere diverse tipologie di esperimenti aventi come comune denominatore le proprietà di “gocce” e “bolle”.



# IMM-Catania: la nostra Notte

*Simona Boninelli, Maria Miritello*

Istituto per la Microelettronica e Microsistemi (CNR-IMM), Catania

## *1. Il Progetto SHARPER: il messaggio efficace passa attraverso le emozioni*

Da qualche anno, la comunità scientifica catanese ha un appuntamento fisso in agenda, segnato nella pagina dell'ultimo venerdì di settembre: scendere in piazza ed aprire i propri laboratori per celebrare la "Notte Europea dei Ricercatori" (NdR). Dal 2018, le due sedi catanesi dell'Istituto per la Microelettronica e Microsistemi (IMM) del CNR aderiscono al Progetto SHARPER, il cui acronimo nel corso del tempo si è evoluto per accordarsi a quelle trasformazioni caratteristiche e distintive di sistemi sociali in evoluzione. Negli anni 2018 e 2019, la mission del progetto è stata "SHARing Researchers' Passion for Evidences and Resilience", nel 2020 è diventata "for Evolving Responsibilities", nel 2021 "for Engaging Responsiveness" e nel 2022 e 2023 sarà "for Enhanced Roadmaps". Come è noto, la NdR è un'azione del programma Marie Skłodowska-Curie con cui la Commissione Europea intende coprire il gap comunicativo e relazionale fra il mondo della ricerca e la cittadinanza. Gli obiettivi principali della Notte sono: instillare consapevolezza dell'impatto della scienza nella vita di tutti i giorni, rilanciare pubblicamente il mestiere del ricercatore e suscitare nei più giovani l'interesse nella scienza e nella ricerca; il tutto attraverso momenti di divertimento e riflessione, ispirati da mostre guidate, spettacoli, concerti, giochi e conferenze.

SHARPER è uno dei 7 progetti italiani finanziati dalla Commissione Europea per la realizzazione della NdR nel 2022; coordinato dalla società di comunicazione scientifica Psiquadro, viene attuato in 14 città italiane: Ancona, Cagliari, Camerino, Catania, Genova, L'Aquila, Macerata, Nuoro, Palermo, Pavia, Perugia, Sassari, Terni e Trieste. Quest'anno l'evento catanese, coordinato dall'Università degli Studi, annovera fra i partner il Consiglio Nazionale delle Ricerche, l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, il Centro Siciliano di Fisica Nucleare e Struttura della Materia, l'Istituto Nazionale di Astrofisica, il Comune di Catania, Officine

culturali, EPS Young Minds: riunisce pertanto tutte le professionalità, nessuna esclusa, che gravitano attorno al mondo della ricerca catanese.

Prima del 2018, noi dell'Istituto per la Microelettronica ed i Microsistemi (IMM) del CNR ci eravamo cimentati nell'organizzazione di eventi di divulgazione scientifica solo in sporadiche occasioni (principalmente alternanza scuola-lavoro e orientamento). Abbiamo colto con entusiasmo la sfida di assumere un ruolo da coprotagonisti in SHARPER, pur consapevoli che l'atteggiamento maturato in passato, di carattere più "cattedratico" che "faceto", sarebbe stato messo alla prova nell'ideazione di proposte creative e brillanti ma al contempo animate da propositi serissimi, quali il superamento degli stereotipi che sono talvolta associati alle figure del ricercatore e della ricercatrice. Ed è stata proprio questa mancanza di esperienza il nostro punto di forza perché ci ha permesso di dare libero sfogo al nostro spirito di iniziativa, senza vincoli e retaggi del passato: è stata concepita così "La nostra Notte". Quella fatta dalle persone dell'IMM di Catania.

## *2. Il centro storico catanese: cornice ideale per l'ambientazione perfetta*

La magnificente architettura del centro storico di Catania fa da sfondo al "salotto buono" della città, cuore pulsante del commercio e degli organi istituzionali, meta di turisti e punto di ritrovo di tutte le generazioni di concittadini. Una grande macchina organizzativa è stata attivata perché tutte le espressioni della ricerca catanese potessero "esporsi" ai concittadini tra le vie del centro storico e palazzi insigni e aprire i luoghi che ospitano le loro attività. I ricercatori e le ricercatrici catanesi hanno potuto condividere le loro passioni per la conoscenza così da trasmettere ai concittadini una maggiore consapevolezza del loro ruolo nella società e ancor più nella propria città.

In particolare, per la conduzione de "La nostra Notte", Catania con le sue tante contraddizioni di città multiforme ci ha offerto la possibilità di vivere le atmosfere di favolose location, talvolta anche insolite. Siamo stati ospitati nel 2019 nel chiostro del centralissimo Palazzo Minoriti, perla del barocco catanese, e nel 2021 nel Cortile Platamone, all'interno del Palazzo della Cultura. L'esperienza più emozionante, tuttavia, è stata nel 2018 quando abbiamo avuto la possibilità di scegliere il sito deputato alla prima edizione di SHARPER a Catania ad uso esclusivo dell'IMM. All'epoca, spinti dall'idea che dovesse essere il mondo della ricerca ad avvicinarsi ai quartieri più popolari (dato che il viceversa è più impro-



babile) siamo stati accolti nel Vicolo delle Belle (oggi Piazza Goliarda Sapienza) a San Berillo che

rappresenta l’emblema di quella città nella città che è stata prima violentata con la demolizione di gran parte del suo tessuto urbano e conseguente deportazione di 30 mila cittadini in periferia, in seguito tenuta nascosta dalla “Catania bene”, quella della speculazione e degli affari, del connubio tra azione mafiosa e potere politico rivelando una sottile ipocrisia che ricopre in maniera invisibile le bellezze storiche ed architettoniche del barocco catanese. (Grasso, 2018, p. 5)

Nei giorni precedenti l’evento, abbiamo effettuato diversi sopralluoghi per occuparci degli aspetti pratici, quali la fornitura dell’acqua, della corrente elettrica, la disposizione degli stand, ecc. Sono stati i giorni più memorabili perché dai risvolti inaspettati; abbiamo potuto vivere dall’interno alcune dinamiche di un quartiere a noi sconosciuto e che, fino a poco tempo prima, ci era noto solo per esperienza indiretta. Come è nell’ordine delle cose, siamo andati per condividere una parte della nostra esperienza di scienziate e siamo tornate arricchite da genuina umanità. In effetti, la scelta di questi luoghi, piuttosto che gli angusti e/o inaccessibili laboratori degli scienziati (come sono visti spesso nell’immaginario collettivo), ci ha consentito di ritrovarci a tu per tu con i nostri concittadini. L’essere proprio lì, in quei posti che essi vivono quotidianamente, ci ha consentito di aprire un dialogo improntato sul rigore ma con un pizzico di impertinenza, fluidamente recepito senza troppi preconcetti.



Figura 1  
Ingresso alla Piazza Goliarda Sapienza, San Berillo

### 3. *Le nostre attività di divulgazione: il nostro impegno contro i pregiudizi*

“La scienza è inespressiva, non trasferisce emozioni”.

“I bimbi sono portati per le scienze, le bimbe per la letteratura”.

“In Italia non si può fare ricerca, all'estero invece...!”

“È roba da adulti!”

“Nanotecnologie? Cosa sono? Non le capiremo mai!”

Stereotipo: “in psicologia, opinione preconstituita, generalizzata e semplicistica, che non si fonda cioè sulla valutazione personale dei singoli casi ma si ripete meccanicamente, su persone o avvenimenti e situazioni” (Treccani).

Abbiamo capito che l'unico atteggiamento efficace che permette di superare ogni tipo di stereotipo passa attraverso la conoscenza dell'oggetto (della situazione o della persona) su cui si fonda il giudizio, già formulato senza alcuna esperienza conoscitiva diretta. La motivazione alla base della NdR risiede nella necessità di creare momenti di dialogo fra i ricercatori ed il pubblico generalista in un clima informale e in un'ambientazione quotidiana, con l'obiettivo di abbattere tutta quella serie di opinioni precostituite che avvolgono la figura degli scienziati e delle scienziate e di cui qualche esempio è citato all'inizio. In qualità di ricercatrici operanti nel settore delle cosiddette “scienze dure” abbiamo spesso sperimentato l'esistenza di alcuni di questi pregiudizi ed è proprio questo nostro vissuto che ci ha guidate nel progettare quelle attività divulgative che sono diventate il nostro tratto caratteristico.

I titoli delle nostre iniziative:

- 1) *Stuzzico il #nanomondo*
- 2) *Nanotechnologies: friends of our planet*
- 3) *Noi che... nonostante (storie di rientri di cervelli)*
- 4) *Nanotecnologie per l'innovazione*
- 5) *La ricerca si tinge di rosa*
- 6) *On line experience: Penetrate the mystery of the infinitely small: an electron microscopy experience & QUIZ SHOW @ school*

Nel seguito verranno raccontate più in dettaglio con qualche commento a margine.

#### 3.a) *Stuzzico il #nanomondo*

*Bolle di lava, Uovo in bottiglia, La magia del blu di metilene, Il bicchiere “appiccicone”, Il bidoncino birichino, Su il periscopio! Slime...* questi sono i nomi di alcuni

esperimenti di natura chimico-fisica che abbiamo condotto con i bimbi che si sono avvicinati al nostro stand, spesso in compagnia dei nonni. Il nome dell'attività racchiude in sé l'elemento essenziale che caratterizza l'attitudine dello sperimentatore nell'osservazione dei fenomeni naturali: una volta fissato il sistema fisico in esame, lo scienziato lo perturba e ne osserva la reazione. Abbiamo scelto di far condurre questi esperimenti direttamente ai bimbi che, sporcandosi le mani, sbagliando e riprovando, hanno acquisito quella consapevolezza di sé, ovvero di potere agire da elementi attivi nei processi evolutivi della collettività.

Non abbiamo trascurato l'impatto ambientale di questi esperimenti: grazie al riciclo creativo del materiale utilizzato (bottiglie, contenitori, flaconi di detersivo, ecc.) abbiamo ispirato, con l'esempio, la buona prassi di concedere una "seconda vita" agli scarti delle nostre abitazioni. Con la loro naturale effervescenza ed immediatezza, i nostri dottorandi e giovani assegnisti si sono approcciati al mondo dei più piccoli per l'esecuzione di questi esperimenti in un'atmosfera giocosa e ilare.



Figura 2

Figure stilizzate di bimbi e giovani ricercatori attorno  
allo stand *Stuzzico il #nanomondo*

### 3.b) Nanotechnologies: friends of our planet

Tutti noi, che abbiamo vissuto il processo di transizione verso il digitale avvenuto agli albori della Terza Rivoluzione Industriale, abbiamo sviluppato

una certa dimestichezza e familiarità con prodotti tecnologici, quali pc, smart mobiles, automazione, e quant'altro. Al contrario, le generazioni successive si sono trovate immerse in un mondo in cui le tecnologie erano già un elemento indispensabile della realtà quotidiana. Imprescindibile. Un dato di fatto. Ciò è ancor più vero per le ultimissime generazioni che inevitabilmente entrano in contatto con giochi elettronici già in tenerissima età, magari giocando anche con coetanei che si trovano in un altro continente. Consapevoli di ciò, ci siamo chiesti fino a che punto la gente comune fosse a conoscenza della vastità di studio e ricerca che ha portato alla produzione di milioni e milioni di dispositivi infinitesimali, quelle cellule elementari dei chip che fanno funzionare tutti i sistemi tecnologici ormai di uso comune. Da questa riflessione abbiamo capito che dovevamo far pregustare ai giovani il futuro, ripercorrendo le orme del passato. Questo poteva essere il *trait d'union* tra cittadino e scienziato: trasmettere ai nostri concittadini come dalla conoscenza sviluppata dallo studio dei materiali a livello atomico si potesse arrivare in così pochi anni alla realizzazione di così tanti dispositivi utili nella nostra quotidianità. Far comprendere che le nanotecnologie, talvolta “demonizzate” in alcuni contesti, sono invece fondamentali al miglioramento del benessere della condizione umana. A tale fine, abbiamo allestito uno stand con modellini azionati da pannelli fotovoltaici, macchinette ad idrogeno, filtri con materiali nanostrutturati per la purificazione delle acque, rivelatori, sensori, ecc. L'esposizione di questi prototipi vicini alla quotidianità dei nostri concittadini è stata accompagnata da una narrazione/dimostrazione dei fenomeni che stanno alla base del loro funzionamento, fenomeni che sono interpretati sulla base di una profonda conoscenza dei materiali utilizzati fino al livello atomico (nel modo dell'invisibile). Abbiamo cercato così di avvicinare il cittadino ad una riflessione sul vero significato del ruolo del ricercatore nella società.

3.c) Noi che... nonostante (storie di rientri di cervelli)

$$\mathbf{F}_{el} = -k \bullet \mathbf{Dl},$$

è la legge di Hooke (o della forza elastica) in una sua forma estremamente semplificata.

Essa descrive il comportamento di una molla che esercita una forza  $\mathbf{F}_{el}$  su un corpo, spostato dalla posizione di equilibrio di una lunghezza  $\mathbf{Dl}$ . Ci dice, inoltre, che lo spostamento  $\mathbf{Dl}$  è proporzionale a  $\mathbf{F}_{el}$ . Soffermiamoci, tuttavia, sull'importanza del segno “meno”, che la dice lunga... Esso sta ad indicare che il

verso della forza è sempre opposto a quello dello spostamento: quando la molla viene allungata la forza tende a riportare il corpo indietro ma quando viene compressa lo spinge in avanti. Per via di questo comportamento, questa forza è detta *di richiamo*.

Perché riportiamo una legge fisica in questa nostra narrazione?

Nel personalissimo immaginario di una delle autrici (S.B.) e senza nessuna pretesa di generalizzazione, il senso di attaccamento verso il proprio paese di origine è, metaforicamente, descrivibile mediante la forza di richiamo. Grazie al nostro lavoro, infatti, è possibile lavorare presso i laboratori di tutto il mondo e questo è gratificante finché questa è una scelta personale e non una costrizione, dettata da una scarsa possibilità di inserirsi nel panorama italiano. È in quel momento che scatta in azione la legge di Hooke... Scatta nel momento in cui dai il meglio di te all'estero e rimpiangi di non poterlo restituire al paese che ha investito su di te, formandoti. Più sei lontano, maggiore è questo rammarico. Viceversa, se (avendone la possibilità) fai la scelta di rientrare, senti tutto il peso e l'orgoglio di questa scelta.

Queste considerazioni sono state il motivo ispiratore che ha dato vita ad un caffè-scientifico all'aperto in cui si è voluto dare voce a quei giovani ricercatori e ricercatrici che hanno raccontato ai giovanissimi le loro storie personali sul rientro di cervelli.



Figura 3  
Caffè-scientifico nella splendida cornice di Palazzo Minoriti

Piccola chiosa finale. La proporzionalità tra carico e spostamento nella forza di richiamo vale solo per piccoli carichi, quando esso supera un certo valore soglia si osserva una deformazione permanente e/o la rottura della molla... La legge della forza di richiamo non è più valida!

### 3.d) Nanotecnologie per l'innovazione

Ecco l'ecosistema a cui apparteniamo! Il nostro Istituto per la Microelettronica e Microsistemi è riconosciuto nel panorama scientifico per le sue competenze nell'ambito della produzione di nanomateriali e del loro impiego in applicazioni che vanno dalla produzione di energia pulita, alla fotonica, alla microelettronica e alla purificazione delle acque. Sul palco dello "SPEAKER CORNER" (tipico format di SHARPER), i nostri ricercatori hanno raccontato nelle nostre piazze, in mezzo ai nostri concittadini, le più recenti sfide tecnologiche che sono al centro delle loro attività di ricerca. Solo per citare alcuni titoli dei talk: i) Un tornado micrometrico sulla punta della matita, ii) I sensori ci migliorano la vita", iii) Combustibili fossili: ancora per quanto? Nano-prospettive per un'economia basata sull'idrogeno, iv) "I metronomi atomici che trasportano l'energia nel #nanomondo», v) "Le nanoforeste di silicio per un mondo pulito", vi) Le nuove sfide ed i nuovi materiali per l'automobile elettrica", vii) "SpongePol, la spugna che elimina gli inquinanti dall'acqua"... Tematiche vicine alle esigenze e alle problematiche della società, che accomunano il sentire comune e che sono le stesse a cui rivolgono l'attenzione i nostri ricercatori e ricercatrici nelle loro attività quotidiane. Alla presentazione è sempre seguito un momento di confronto in cui il pubblico ha potuto porgere ogni tipo di domanda o curiosità al relatore di turno.

### 3.e) La ricerca si tinge di rosa

Negli ultimissimi anni, finalmente, è stata riconosciuta l'esistenza di un gap di genere negli ambiti lavorativi che ha portato all'attivazione di politiche atte a promuoverne la parità. Per una lettura più approfondita, rimandiamo il lettore a (Puglisi, 2021, 153). Noi abbiamo affrontato questo argomento nel 2008, con la formulazione de "La ricerca al femminile: a tu per tu con le protagoniste". Tre colleghe, che si occupano di sensori, informazione quantistica e fotovoltaico, hanno raccontato cosa ha scatenato in loro questa passione, innestando assieme gli aspetti lavorativi ed il percorso umano, con l'auspicio di assurgere a "role model" per le future generazioni.



### 3.f) In diretta con le scuole!

Durante gli anni della pandemia, la popolazione mondiale si è trovata costretta ad inventare nuove forme di comunicazione che sopperissero all'impossibilità di dialogare con i linguaggi abituali, fatti di contatti, di sguardi, di tonalità, di emozioni. La piazza, luogo deputato per antonomasia agli incontri, è migrata nella rete virtuale. Così anche noi abbiamo dovuto reinventare nuovi paradigmi per far sì che le manifestazioni de "La nostra Notte" rimanessero ancora efficaci e, soprattutto, divertenti.

L'idea è stata quella di intercettare interi gruppi di scolaresche, a cui somministrare webinar di carattere scientifico. Una scommessa ricca di insidie, prima fra tutte la necessità di un grande dispiegamento di forze da parte nostra. Facendo un passo indietro nel 2020, infatti, va ricordato che all'epoca non era possibile concentrare tanti studenti in grandi ambienti, quali teatri o aule magne. Per raggiungerli in massa, pertanto, sarebbe stato necessario il contributo di un cospicuo numero di ricercatori da assegnare singolarmente ad ogni classe. A tal proposito, teniamo a sottolineare che un carattere distintivo dell'IMM di Catania è quello di essere costituito da due sedi e di lavorare quotidianamente in stretta collaborazione col Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Catania. La disponibilità di una grande massa critica, fra ricercatori, professori, assegnisti e dottorandi, ci ha permesso di "assegnare in prestito" un ricercatore ad ogni classe.

Passando attraverso uno schermo, la nostra principale preoccupazione non era quella di preservare il rigore scientifico delle presentazioni, quanto piuttosto quello di sperimentare una nuova forma comunicativa che riuscisse a penetrare il mondo interiore dei nostri interlocutori. Ne è scaturito un format costituito da una presentazione scientifica, condivisa attraverso la LIM (Lavagna Interattiva Multimediale), seguita da un quiz a premi (denominato Kahoot), basato sugli argomenti appena trattati, con lo scopo di valutare l'efficacia della comunicazione e comprensione. La competizione si è svolta fra le classi; la prima classificata ha vinto un piccolo strumento scientifico a corredo del laboratorio scolastico. Gli argomenti presentati sono stati i più disparati e fantasiosi: *Osserviamo il nano-mondo*, *Nel fantastico mondo delle nanotecnologie*, *Dal pianoforte alle nanotecnologie*, *Nanostrutture*, *Un mega minimondo*, *Purificare l'acqua con le nanotecnologie*, *Le spugne colorate amiche dell'acqua*, *Idrogeno: la benzina del futuro*, *Scommettiamo rinnovabile*, *Io punto sulla luce con le nanotecnologie*, *Le nanostrutture: alleate tutte da scoprire*, *Nanotecnologie... queste amiche*, *Da*

*Alice attraverso lo specchio a Flash che attraversa i muri: brevi indicazioni su come attraversare gli oggetti senza incidenti, Combustibili fossili: ancora per quanto? Nano-prospettive per una economia basata sull'idrogeno, I sensori ottici: occhi artificiali.*

L'intervento intitolato “*Penetrate the mystery of the infinitely small: an electron microscopy experience*”, rappresenta, senza dubbio, un esempio di risposta resiliente agli eventi pandemici. Questo periodo di oscurantismo ci ha obbligati ad apprendere un uso avanzato delle tecnologie per il quale non eravamo del tutto preparati. Purtroppo, noi abbiamo sfruttato l'acquisizione di queste nuove competenze digitali per mettere in atto, in maniera creativa, un'esperienza altrimenti irrealizzabile: un collegamento con le scuole, in modalità remota, dal nostro laboratorio di microscopia elettronica. Per cogliere la portata di questa iniziativa, preme sottolineare che solo pochissime persone sono autorizzate all'accesso, sia per motivi di sicurezza sia perché una grande affluenza in laboratorio provoca perturbazioni deleterie all'acquisizione di misure. Dopo una spiegazione di carattere teorico, gli studenti hanno partecipato all'analisi “live” di una nanostruttura di cui hanno persino osservato le file atomiche della sua struttura cristallina.

Da questa esperienza, anche noi abbiamo imparato che vivere una condizione di sofferenza può permettere di sviluppare degli “anticorpi” utili a rilanciare in maniera resiliente gli avvenimenti più imprevisti.

#### 4. Conclusioni

Grazie alla partecipazione entusiasta di tutti i ricercatori e ricercatrici, assegnisti, dottorandi, colleghi universitari che lavorano quotidianamente nei nostri laboratori, abbiamo portato avanti tante iniziative fuori dalla nostra “confort zone”, in mezzo ai “non addetti ai lavori”, anche in mezzo a quella parte di società più scettica e disillusa nei confronti della valenza della ricerca scientifica.

#### Bibliografia

- Grasso F. (2018), *Ho sposato San Berillo*, introduzione a cura di Trame di Quartiere, rigenerazione urbana.
- Puglisi R. (2021), *STEM Women In Science - Scienza e tecnologia per le giovani al CNR-IMM*, «Quaderni di Comunicazione Scientifica», 1, pp. 153-158, ISSN 2785-3918.



# Minecraft-BetterGeo agli eventi per il pubblico e la scuola: incontro tra teenager, bambini e geologia attraverso il gaming

Luca Giorgio Bellucci<sup>a</sup>, Renata Łapińska-Viola<sup>b</sup>, Silvia Giuliani<sup>a</sup>,  
Armida Torreggiani<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Istituto di Scienze Marine (CNR-ISMAR), Bologna

<sup>b</sup> Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività (CNR-ISOF), Bologna

## 1. Introduzione

Al giorno d'oggi, la società dipende sempre più dalle materie prime (in particolare minerali e metalli) a causa della crescita della popolazione e della necessità di nuove tecnologie. Queste materie prime sono fondamentali per numerose attività industriali, e sono particolarmente importanti per la transizione ecologica: infatti, vengono utilizzate per esempio nelle turbine eoliche, nei pannelli fotovoltaici e nelle batterie. Queste tecnologie richiedono una grande quantità di minerali e metalli, con una domanda prevista in continua crescita nei prossimi anni. Si stima, per esempio, che nel 2030 l'Europa avrà bisogno di 18 volte più litio e 5 volte più cobalto rispetto ai livelli attuali per la fabbricazione di batterie per veicoli elettrici e stoccaggio di energia. Per il neodimio, già nel 2025 ne potrebbero servire 120 volte l'attuale domanda dell'Unione Europea. Un aumento così elevato della domanda di materiali porrà ulteriori pressioni sulla futura disponibilità di alcune materie prime. La Commissione europea ha già identificato molti di questi materiali come materie prime critiche, il che solleva preoccupazioni sulla sicurezza dell'approvvigionamento; se il rischio di approvvigionamento è elevato e il materiale ha un'elevata importanza economica, allora è considerato una materia prima critica (*critical raw materials*, CRM) per il funzionamento dell'economia europea. Nel 2020 l'elenco dei CRM era composto da 30 materiali<sup>1</sup>.

L'Unione Europea (UE) è impegnata nello sviluppo e nell'uso sostenibile delle materie prime attraverso il piano "European Green Deal" (Commissione Europea, 2019) che mira a promuovere l'uso efficiente delle risorse passando a un'economia pulita e circolare, ripristinando la biodiversità, riducendo l'inqui-

<sup>1</sup> [https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical\\_en](https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en).

namento, combattendo i cambiamenti climatici e incoraggiando i cittadini a lavorare per un'Europa più verde e più sostenibile. L'istruzione delle giovani generazioni svolge un ruolo importante nell'affrontare queste sfide chiave, fornendo agli studenti le competenze e le conoscenze necessarie per affrontare l'emergenza climatica e la perdita di biodiversità (Commissione Europea, 2021). Infatti educazione e futuro sono inseparabilmente intrecciati. È impossibile pensare a questioni educative senza fare riferimento al futuro. La nostra comprensione del futuro determina, ad esempio, quali conoscenze e quali abilità sono considerate importanti per la prossima generazione. Poiché la prima infanzia è costituita dagli anni più formativi di ogni individuo e l'adolescenza è il momento in cui nascono le aspirazioni di carriera, è molto importante investire nel rispettivo livello di istruzione per quanto riguarda la nozione di sostenibilità, gestione delle materie prime e rispetto dell'ambiente naturale.

Giochi e videogiochi sono strumenti efficaci per catturare l'interesse del giocatore, sia che si tratti di completare diversi scenari, di arrivare in cima alla classifica o di raccontare una storia avvincente. In particolare i serious games si differenziano dalle altre tipologie di giochi per lo scopo: infatti, mentre la moltitudine di giochi presenti sul mercato ha prettamente scopi di intrattenimento, i serious games mantengono in equilibrio le quote di intrattenimento ed apprendimento.

Usare i videogiochi per imparare è un'attività che può presentare diversi vantaggi per via delle caratteristiche proprie di questi strumenti, che consentono di sperimentare efficacemente il cosiddetto *learning by doing*, letteralmente "imparare facendo": consiste nell'apprendere nozioni teoriche per poi sperimentarle e metterle in pratica più volte finché non vengono sedimentate ed apprese. Il videogioco è un ottimo strumento per sfruttare questa forma di apprendimento, soprattutto per i più giovani, grazie alle sue caratteristiche intuitive e ludiche. Infatti, questi videogiochi riescono a "camuffare" lo studio, un'attività che per molti giovani ha poco appeal, in una forma di competizione con gli altri o con se stessi che potrebbe mantenere più elevati i livelli di motivazione al compito; dopotutto, è vero che lo scopo primario degli *applied game* non è quello di divertire, ma ciò non esclude che l'utente si diverta utilizzandoli (Westrin P. *et al.*, 2020).

## 2. *BetterGeo Mod: una migliore geologia in Minecraft*

Minecraft è uno dei videogiochi più conosciuti al mondo. Ruota attorno alla sopravvivenza in un mondo 3D, con la raccolta di materie prime per creare strumenti ed edifici. L'estrazione di metalli e minerali è una parte importante del

gioco e consente al giocatore di progredire tecnologicamente, raggiungendo nuovi ambienti in modo più rapido ed efficiente. Può essere modificato dai giocatori che vogliano creare la propria modifica (Mod) per soddisfare la propria immaginazione aggiungendo nuovi oggetti, blocchi o funzionalità. Mentre il gioco è innegabilmente estremamente popolare ed insegna al giocatore qualcosa sulle diverse materie prime e da dove provengono, la geologia nel gioco è molto semplificata ed incoraggia lo stereotipo del lavoro di estrazione come un settore scarsamente tecnologico, costituito da lavoro manuale, con l'esplorazione di profonde gallerie sotterranee (Westrin P. *et al.*, 2020). Al fine di introdurre in Minecraft una geologia più realistica, è stata sviluppata la Mod BetterGeo da programmatori, comunicatori e geologi. Essa aggiunge svariati nuovi tipi di roccia, inclusi i minerali corrispondenti, e definisce ambientazioni realistiche nel mondo virtuale (figura 1). Alle nuove rocce viene data una caratterizzazione specifica, dalle rocce magmatiche, alle metamorfiche e sedimentarie, insieme ad intrusioni di diverso tipo. Anche la superficie è cambiata, con tipologie di suolo ora modellate su depositi Quaternari di diversa origine, che prima veniva semplicemente chiamato "terriccio" (ivi).



Figura 1

Confronto della geologia presente in Minecraft (a sinistra)  
con quella della Mod BetterGeo (a destra)

Al fine di fornire agli insegnanti della scuola primaria materiale per tratta-

re, mediante Minecraft e la Mod BetterGeo, argomenti incentrati sulle materie prime, economia circolare e sostenibilità, sono stati sviluppati/testati da un progetto europeo, BetterGeoEdu, svariati esercizi ed i relativi materiali didattici. Il progetto è stato finanziato dall'Istituto Europeo per l'Innovazione e la Tecnologia (EIT) ed ha coinvolto un consorzio di 7 partner europei per due anni (dal 2020). Questi esercizi sono ora liberamente fruibili e possono essere utilizzati sia «online» con i computer, consentendo agli studenti di giocare attivamente, sia «offline» utilizzando elementi di gioco e ispirazione senza utilizzare i computer. Le risorse didattiche, le linee guida per l'installazione e le istruzioni passo-passo sono disponibili gratuitamente nel sito web del progetto<sup>2</sup>.

### *3. Il coinvolgimento dei giovani nella comunicazione della geologia*

Il coinvolgimento degli studenti è un importante fattore nel promuovere la scelta di carriere legate alla Scienza e nella creazione di una società scientificamente alfabetizzata. Gli studi suggeriscono che gli studenti scelgono se perseguire una carriera scientifica o meno durante l'adolescenza (dai 12 ai 16 anni) e coloro che hanno vissuto un'esperienza scolastica positiva con le Scienze hanno molte più probabilità di continuare in questo campo nel futuro. A causa della sua pervasiva influenza positiva, la promozione del coinvolgimento degli studenti è un obiettivo primario per gli interventi volti a migliorarne i risultati scolastici (Fredricks *et al.*, 2019).

Il coinvolgimento degli studenti delle scuole secondarie nella comunicazione di tematiche legate alla geologia è stato possibile grazie al collegamento con un altro progetto europeo dal titolo Raw Matters Ambassadors at Schools (RM@Schools)<sup>3</sup>, che mira a trasformare gli studenti in comunicatori scientifici (Young RM Ambassadors). RM@Schools è il progetto di punta nel segmento Wider Society Learning di EIT RawMaterials e lavora per sviluppare la cooperazione tra i tre lati del triangolo della conoscenza: ricerca, istruzione e impresa al fine di introdurre gli studenti alle questioni relative al valore delle materie prime, promuovendo al contempo nuove carriere professionali in questo settore (Torreggiani *et al.*, 2021; Torreggiani *et al.*, 2020).

Grazie alla collaborazione tra i due progetti europei, oltre 60 studenti delle

<sup>2</sup> <https://www.bettergeoedu.com/>.

<sup>3</sup> <http://rmschools.eu/>; A. Torreggiani *et al.*, 2021.

scuole secondarie di II grado dai 15 ai 18 anni sono stati chiamati dai ricercatori del CNR dell'Area della Ricerca di Bologna a svolgere il ruolo di “ambasciatori”, cioè comunicatori scientifici delle materie prime e coinvolti nelle attività delle scuole primarie e secondarie di I grado, guidando gli studenti più piccoli durante le fasi di gioco e l'esecuzione degli esercizi in classe.

La combinazione delle competenze dei giovani tutor, dei loro modi di comunicare e dell'esperienza di docenti e ricercatori ha contribuito a colmare il gap generazionale che spesso separa gli adulti (inclusi gli insegnanti) dal mondo del gioco, che invece attrae e affascina bambini e ragazzi.

Nello specifico, questi studenti hanno utilizzato due degli esercizi sviluppati dal progetto BetterGeo Edu con la Mod BetterGeo per diventare a loro volta tutor/insegnanti nei confronti dei loro compagni più giovani o nel corso di eventi ad accesso aperto.



Figura 2

In alto: uno schema dell'esercizio “Rocce e Minerali” con i passaggi Gioco-Descrivo-Riconosco; in basso: alcune immagini delle attività durante l’Euromineralexpo a Bologna nel 2021



Il percorso formativo è stato impostato seguendo le tre fasi descritte qui di seguito:

*Fase 1.* Contenuto della conoscenza e formazione degli studenti: gli studenti delle scuole superiori hanno seguito varie lezioni/seminari tenute dai ricercatori del CNR su contenuti relativi alle materie prime, le rocce ed i minerali (ed i loro usi), nonché sulla metodologia del progetto BetterGeoEdu e sugli esercizi educativi costruiti con la Mod BetterGeo.

*Fase 2.* Pianificazione e collaborazione: gli studenti si sono quindi impegnati nella pianificazione dell'azione di comunicazione con la società al di fuori della loro scuola di provenienza tramite la collaborazione con gli esperti del CNR per tutti gli aspetti organizzativi.

*Fase 3.* Attuazione fuori dalle scuole superiori: gli studenti hanno infine svolto il ruolo di tutor durante le fasi di gioco e l'esecuzione degli esercizi durante eventi pubblici o nelle classi delle scuole primarie e medie.



Figura 3

In alto: mappa dell'esercizio BetterGeo Hunt; in basso a sinistra: un'immagine delle attività durante il Mineral Show a Bologna nel 2022; in basso a destra: schema del percorso circolare delle materie prime

La realizzazione dei percorsi di apprendimento è consistita in 4-5 sessioni (dicembre 2021 - marzo 2022) che hanno coinvolto due gruppi di studenti provenienti da due scuole di Bologna (Liceo Scientifico N. Copernico e Liceo A. Righi). Gli eventi pubblici che li hanno visti coinvolti sono stati Euromineralexpo (dicembre 2021) e Mineral Show (marzo 2022), nel corso dei quali sono state raggiunte un totale di 250 e 400 persone rispettivamente. La combinazione delle competenze dei giovani tutor, dei loro modi di comunicare e dell'esperienza di docenti e ricercatori del CNR hanno contribuito a colmare il gap generazionale che spesso separa gli adulti (inclusi gli insegnanti) dal mondo del gaming, che invece attrae e affascina bambini ed adolescenti. Questa strategia mirava ad ottenere due risultati: da un lato, offrire agli studenti delle scuole superiori l'opportunità di affrontare aspetti educativi e divulgativi legati a temi e problematiche scientifiche; dall'altro, ha fornito ai bambini più piccoli delle figure di riferimento vicine alla loro età in cui identificarsi.

Le sezioni seguenti descrivono le attività svolte dagli studenti.

### 3.1. Rocce e minerali

L'esercizio "Rocce e minerali" conduce i giocatori attraverso 6 stanze nel mondo virtuale di Minecraft (modificato dalla Mod BetterGeo), in una mappa speciale realizzata per l'esercizio. La mappa è disseminata di indicazioni istruttive e nelle prime 3 stanze, i giocatori esaminano 3 rocce, disegnandole su carta e testandone la durezza e altre caratteristiche (per es. colore e consistenza). Per raggiungere le ultime 3 stanze i giocatori devono rispondere ad alcune domande sulle rocce che hanno appena visto. Quando hanno identificato la risposta giusta, viene loro presentato un minerale in una teca del quale devono fare il disegno ed annotare il nome. Quando tutte le stanze sono state completate, i giocatori cercano di identificare campioni reali di rocce e minerali confrontandoli con gli schizzi e gli esperimenti fatti durante il gioco (figura 2). Dopo il riconoscimento, gli "Ambasciatori" delle scuole superiori descrivono ai giocatori le caratteristiche di rocce ed i minerali, il loro uso e quali metalli possono essere estratti da essi nel mondo reale.

### 3.2. BetterGeoHunt

BetterGeoHunt è un esercizio che sviluppa capacità di orientamento, insegna l'importanza dell'economia circolare per la nostra società e migliora la capacità dei giocatori di lavorare in un gruppo di 4-5 membri. Per trovare con successo il



tesoro nascosto, le squadre o il singolo giocatore devono completare un percorso di orientamento e risolvere vari compiti con l'aiuto di una mappa (figura 3) e una bussola che trovano nel gioco. I temi incontrati nei vari punti del gioco affrontano ogni fase dello schema dell'economia circolare delle materie prime e, alla fine, ogni squadra o giocatore deve rispondere a tre domande relative ai compiti che ha svolto. Durante l'esercitazione, i giovani Ambasciatori spiegano e discutono con i giocatori tutte le diverse fasi del percorso circolare delle materie prime (figura 3, in basso a destra) collegandole ai punti del percorso BetterGeoHunt. Vengono così affrontati i concetti di riutilizzo, condivisione, riparazione, ricondizionamento, rigenerazione e riciclaggio per la creazione di sistemi chiusi che minimizzino il consumo di risorse materiali ed energetiche e la generazione di rifiuti, inquinamento ed emissioni.

#### 4. Conclusioni

L'uso della Mod BetterGeo si è rivelato un modo efficace per interessare i bambini ed il pubblico in generale ad argomenti relativi allo sfruttamento delle materie prime, all'economia circolare ed allo sviluppo sostenibile. Il suo utilizzo durante le attività in classe può aiutare insegnanti ed educatori a coinvolgere gli studenti nelle discussioni sui futuri cambiamenti sociali e sui problemi che dovranno affrontare nella loro vita adulta. Inoltre, va accolto e incoraggiato il coinvolgimento degli studenti delle scuole superiori come tutor per i più piccoli ed il pubblico in generale con l'inserimento di tali attività in specifici programmi di doposcuola, ad esempio i "Percorsi per le Competenze Trasversali e l'Orientamento" (PCTO) obbligatori per i curricula scolastici italiani.

Quest'attività ha ricevuto finanziamenti dall'Istituto Europeo per l'Innovazione e la Tecnologia (EIT), un organo dell'Unione europea, nell'ambito di Horizon 2020, il programma quadro dell'UE per la ricerca e l'innovazione.

#### Bibliografia

Commissione Europea (2019), *The European Green Deal. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic, and Social Committee and the Committee of the Regions*, Brussels, [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_en.pdf).

- Commissione Europea (2021), Education for environmental sustainability”, <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/green-education/learning-for-environmental-sustainability>.
- Fredricks, J.A. et al. (2019), *Interventions for student engagement: Overview and state of the field*, in *Handbook of Student Engagement Interventions*, Elsevier, pp. 1-11.
- A. Torreggiani et al. (2020), *RM@Schools: Fostering Students' Interest in Raw Materials and a Sustainable Society*, in *Proceedings – 10th International Conference of The Future of Education (18-19 June 2020, Florence)*, pp. 446-452.
- A. Torreggiani et al. (2021), *How to prepare future generations for the challenges in the raw materials sector?*, in Azimi G. et al. (eds.), *Rare Metal Technology 2021*, eSpringer Nature Switzerland, Basel, pp. 277-287.
- Westrin P. et al. (2020), *Can we teach children geology using one of the world's most popular video games?*, «European Geologist», 50, November, pp. 83-86.



# Le diverse declinazioni della matematica per lo sviluppo dell'intelligenza artificiale nei seminari "AIM (Artificial Intelligence and Mathematics) - Fundamentals and beyond"

Il ciclo di seminari dell'Istituto per le Applicazioni del Calcolo (IAC) "Mauro Picone" del CNR e la loro promozione attraverso i social network

*Italia De Feis, Stefania Giuffrida, Flavio Lombardi*

Istituto per le Applicazioni del Calcolo "Mauro Picone" (CNR-IAC), Roma

Con l'articolo del 1950 *Computing machinery and intelligence* del matematico Alan Mathison Turing veniva delineato il famoso Test di Turing, per cui, attraverso gli schemi del cervello dell'uomo, si poteva creare un'intelligenza artificiale e, comunque, definire un criterio oggettivo per distinguere una macchina da un essere umano.

Dal 1950 ai giorni nostri l'intelligenza artificiale (AI) si è evoluta in modo sempre più rapido, permeando il nostro quotidiano, grazie al progresso tecnologico che ha consentito lo sviluppo di elaboratori sempre più potenti e l'utilizzo di sensori sempre più sofisticati che hanno determinato un notevole incremento della quantità e qualità del sensing con la conseguente produzione dei cosiddetti *big data*. Tale sviluppo ha portato ad una profonda rivoluzione nel campo del machine learning con la messa a punto di modelli, metodologie e algoritmi di apprendimento automatico e semiautomatico sempre più complessi e sempre meno "comprensibili" nelle loro scelte finali. Infatti, una delle tematiche più dibattute in seno alla comunità scientifica a livello europeo è quello della cosiddetta *explainability*, cioè della messa a punto di sistemi che abbiano la capacità di spiegare la logica delle decisioni prese, caratterizzando i punti di forza e debolezza del processo decisionale, e fornendo indicazioni sul loro comportamento futuro. Una comprensione profonda dell'intelligenza artificiale richiede una competenza multidisciplinare, che va da informatica e ingegneria, alla matematica, alla statistica, alla filosofia, all'etica ed alla giurisprudenza. A questo scopo, diversi istituti del CNR hanno congiuntamente aderito al progetto europeo "Foundations of Trustworthy AI – Integrating Reasoning, Learning and Optimization" – "TAILOR", finanziato sotto il topic ICT-48-2020 "Towards a vibrant European network of AI excellence centres". La compagine CNR

del progetto è costituita dall'Istituto per le Applicazioni del Calcolo "Mauro Picone" (IAC), l'Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione "A. Faedo" (ISTI), l'Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione (ISTC) e l'Istituto di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche (IMATI).

In seno alle attività del progetto TAILOR è nata l'idea del ciclo di seminari dell'IAC "AIM – Artificial Intelligence and Mathematics". La serie nasce dal bisogno di fornire un'interpretazione matematica alle tecnologie utilizzate da chi opera nel campo dell'intelligenza artificiale, talvolta senza la necessaria consapevolezza delle implicite limitazioni in esse intrinsecamente esistenti. I seminari, inoltre, rappresentano l'opportunità per esporre gli approcci AI a una platea di ricercatori provenienti da aree eterogenee, affinché ci sia un proficuo interscambio di problemi, modelli e tecnologie, che possa essere di beneficio ad attività di arricchimento e spunto per nuove linee di ricerca.

Poiché tutti i seminari della serie si sono svolti in modalità telematica è possibile utilizzare i dati di partecipazione del pubblico per una riflessione sull'efficacia generale dei seminari scientifici svolti totalmente in streaming. Lo scopo è quello di valutare prospettive, vantaggi e svantaggi - per la comunità dei ricercatori - dell'utilizzo della modalità telematica nell'organizzazione dei workshop, al fine di interrogarsi sull'opportunità e sui rischi connessi al suo utilizzo anche nel prossimo futuro, superata totalmente la fase di pandemia.

Infine, poiché i seminari sono stati accompagnati da un'intensa attività di promozione sui social network dell'IAC, è possibile analizzare gli analytics dei diversi canali social per comprendere se ci sia una connessione tra il numero di spettatori (in diretta e in differita) e i post di promozione.

### *Organizzare dei seminari in tempo di pandemia*

La pandemia da Covid-19, oltre a modificare le abitudini e i comportamenti delle persone in tutto il mondo, ha avuto un forte impatto anche sulle metodologie e lo svolgimento di attività scolastiche, lavorative e sociali, condizionate dall'impossibilità di frequentare normalmente i luoghi ad esse deputati. Anche il mondo della ricerca ha notevolmente avvertito gli effetti del lockdown imposto e della limitazione degli spostamenti, soprattutto perché in questo settore lo scambio di conoscenza, la partecipazione a occasioni di confronto come meeting e conferenze e la formazione continua sono fondamentali. Workshop e seminari in presenza sono stati completamente annullati e i ricercatori hanno dovuto scegliere se continuare a lavorare in un contesto autoreferenziale o adottare nuovi modi per

comunicare e costruire relazioni scientifiche in un ambiente digitale. Le riunioni virtuali e le conference call, sebbene tecnologicamente già abbastanza mature, hanno certamente conosciuto un'improvvisa popolarità in questi ultimi due anni, prestandosi a sostituire le consuete modalità di preparazione e di svolgimento degli eventi scientifici.

Rispetto a un evento tradizionale, il meeting virtuale ha indubbiamente dei vantaggi, soprattutto sul piano dei costi (Bottanelli *et al.*, 2020), sia dal punto di vista dell'organizzatore, sia dal punto di vista dei partecipanti, che possono evitare spese di viaggio, vitto e alloggio che, già in passato, generavano una netta sperequazione tra membri di comunità scientifiche diverse e, all'interno della stessa comunità, tra paesi o organizzazioni con un differente grado di accesso ai finanziamenti per la ricerca.

In un sondaggio lanciato dalla rivista Nature nel 2020 (Nature Editorial, 2020), il 41% dei rispondenti ha dichiarato di avere, nell'ultimo anno, seguito almeno un seminario scientifico online e che circa l'80% vorrebbe che, nel futuro, superata la pandemia, alcune conferenze rimanessero virtuali.

Anche una breve indagine svolta tra i ricercatori dell'IAC, per valutare come venisse giudicata l'esperienza della fruizione online dei seminari e dei workshop scientifici (il tasso di risposta è stato del 38%), ha visto un terzo dei rispondenti ritenere che la modalità online dovrebbe essere conservata, ancorché parzialmente, anche una volta superata l'emergenza pandemica. Le principali considerazioni, rispetto ai vantaggi di una modalità di fruizione mista presenza-online riguardano un generale ampliamento della platea raggiungibile; una maggiore eterogeneità del pubblico dal punto di vista geografico; un minore impatto in termini di tempi e risorse (De Feis *et al.*, 2022).

Tra gli impatti potenzialmente negativi del continuare una modalità mista di fruizione degli eventi, invece, ci sono principalmente la scarsa possibilità di fare networking (per il 73% dei rispondenti), la diminuzione dei budget per le missioni nei progetti finanziati (22%) e la possibile perdita di professionalità (12%).

### *La serie di seminari AIM – Artificial Intelligence and mathematics*

I seminari AIM si sono svolti in modalità totalmente telematica da novembre 2020 a giugno 2021, utilizzando il canale YouTube dell'IAC (@CNR IAC)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Attualmente è in corso la nuova serie per l'anno 2022.

Tutti gli speaker invitati a partecipare nella prima edizione 2020-2021 sono stati scelti in base ad un network esteso di conoscenze, dando priorità a ricercatori nazionali.

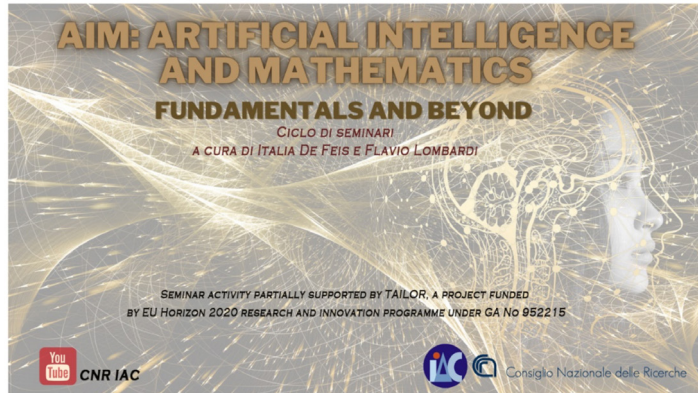


Figura 1  
Copertina della playlist YouTube dei seminari AIM

Tutti i seminari, infatti, ad eccezione di uno (quello del dr. Yu Guang Wang), sono stati svolti in lingua italiana. In tabella 1 si riporta l'elenco dei vari appuntamenti, l'indicazione degli speaker e delle tematiche affrontate nel workshop.

Attraverso un'analisi ontologica delle parole chiave relative agli argomenti trattati nelle diverse giornate, è possibile realizzare una mappa concettuale (fig. 2) che mette in evidenza come i diversi contributi si siano concentrati su 5 macroaree di interesse per la matematica a supporto dell'intelligenza artificiale:

- relazione persona-macchine;
- decision making;
- ottimizzazione;
- graph neural network;
- machine learning.

La macroarea decision making è risultata meno rappresentata rispetto alle altre anche per l'impostazione data, in questo primo ciclo di seminari, relativamente al rapporto tra matematica e intelligenza artificiale. Dalla analisi effettuata appare utile integrare questo deficit individuando temi e speaker che siano rappresentativi dell'area.



## Le diverse declinazioni della matematica per lo sviluppo dell'intelligenza artificiale

Data	Speaker	Titolo del seminario	Argomento
17/11/2020	Fosca Giannotti - CNR ISTI	Explainable AI: Science and technology for the eXplanation of AI decision making	Progettazione di interfacce esplicative efficaci per i sistemi di IA (post-hoc o by-design).
01/12/2020	Amedeo Cesta - CNR ISTC	Intelligenza Artificiale: recenti sviluppi, impatto sociale, ed una interpretazione	Evoluzione recente dell'IA: ricadute sociali, decision making per problemi di pianificazione, applicazioni industriali e per le tecnologie assistite (robotiche e non).
15/12/2020	Alfredo Milani - Università degli Studi di Perugia	Predire il futuro: social network e intelligenza artificiale	Principali tecniche di intelligenza artificiale per prevedere l'evoluzione delle reti, la formazione di nuovi collegamenti e l'esistenza di collegamenti nascosti. Impatto nella comunicazione, nel commercio elettronico, nella sicurezza.
12/01/2021	Pierluigi Contucci - Università di Bologna	Matematica e apprendimento automatico, l'approccio meccanico statistico	Uso di una classe di strumenti di machine learning, quelli della meccanica statistica dei sistemi disordinati, utili per la comprensione dei modelli alla base dell'IA.
26/01/2021	Ernesto De Vito - Università degli Studi di Genova	Machine Learning dal punto di vista dei problemi inversi	Presentazione della teoria matematica alla base del machine learning dal punto di vista dei problemi inversi; problema dell'apprendimento supervisionato e dei metodi kernel.
09/02/2021	Elisa Ricci - Università di Trento	Visual Learning in an Imperfect World	Approcci e tendenze della computer vision per affrontare la sfida dell'apprendimento visivo in scenari realistici. I problemi delle deep networks.
23/02/2021	Silvia Villa - Università degli Studi di Genova	Machine learning dal punto di vista dell'ottimizzazione	I metodi di ottimizzazione più utilizzati per risolvere problemi di machine learning per ottenere algoritmi di apprendimento efficienti.
09/03/2021	Patrizio Frosini - Università di Bologna	Osservazioni geometriche per l'intelligenza artificiale	Geometria e topologia nella ricerca sull'intelligenza artificiale. Il concetto di osservatore nell'analisi dei dati formalizzato tramite gli operatori Group Equivariant Non-Expansive Operators (GENEO).

23/03/2021	Sara Magliacane - Università di Amsterdam (UvA)	Causality-inspired machine learning: come usare idee di causalità in domain adaptation	Modello di classificazione in un dominio sorgente trasferibile a un dominio target, nel caso in cui non ci sia nessuna label nel dominio target.
06/04/2021	Pietro Liò - University of Cambridge	How Graph neural networks are revolutionizing artificial intelligence	Applicazioni delle Graph Neural Network in informatica, ingegneria, biologia e medicina.
20/04/2021	Filippo Castiglione - CNR IAC	Agent-Based Systems in Computational Modelling and AI	Le nozioni di agente e di sistemi ad agente e le loro applicazioni ai campi della modellazione computazionale e dell'AI.
04/05/2021	Yu Guang Wang - Max Planck Institute & University of New South Wales Leipzig	How Framelets Enhance Graph Neural Networks	Un nuovo approccio per l'assemblaggio di reti neurali a grafo basato sulle trasformazioni framelet.
18/05/2021	Michele Piana - Università di Genova	A data-driven perspective to the forecasting problem	Le connessioni tra la verifica delle previsioni e la progettazione delle funzioni di loss nell'apprendimento automatico supervisionato.
01/06/2021	Daniele Peri - CNR IAC	Ottimizzazione + Intelligenza Artificiale & Machine Learning =?	Problemi e soluzioni per specifici problemi di ottimizzazione e le connessioni con il mondo dell'AI e del machine learning.

Tabella 1  
Elenco dei seminari AIM

*Il successo di pubblico e la connessione con l'attività di promozione tramite social network*

La comunicazione del ciclo di seminari è stata affidata al sito web <https://sites.google.com/view/aimseminars>, realizzato su piattaforma Google, oltre che ai canali social di istituto: Facebook, Twitter, Instagram e, ovviamente, YouTube, su cui sono stati diffusi i seminari in diretta streaming. Esaminare i dati forniti dagli *analytics* dei diversi social network può essere utile sia per conoscere

## Le diverse declinazioni della matematica per lo sviluppo dell'intelligenza artificiale

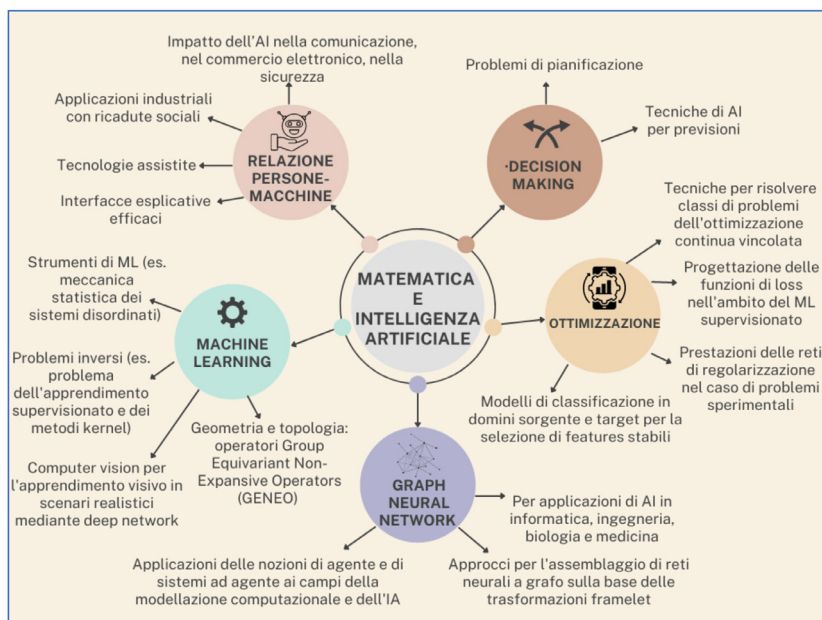


Figura 2

Mappa concettuale degli argomenti principali affrontati nei seminari AIM

l'audience che ha seguito gli eventi (per es. nel caso di YouTube), sia per attuare nuove strategie rispetto ai tempi, le modalità e il mix di forme di promozione da mettere in campo, anche in maniera prospettica.

Sul canale @CNR IAC di YouTube il ciclo di seminari *AIM – Artificial Intelligence and Mathematics* è stato organizzato in una specifica playlist, dove le registrazioni delle diverse giornate sono tutt'ora disponibili<sup>2</sup>. Le performance dei diversi seminari sono state analizzate sia rispetto ai dati della diretta (partecipanti, tasso di permanenza, coinvolgimento in chat), sia delle visualizzazioni dei mesi successivi. I dati relativi alle visualizzazioni in diretta sono riportati in tabella 2.

Come si può osservare dalla figura 3, praticamente tutti i seminari sono stati seguiti in maniera sostanzialmente costante dagli spettatori, essendo la percentuale di mantenimento della numerosità del pubblico compresa per tutti tra il 56% e l'88%.

<sup>2</sup> La playlist è disponibile all'indirizzo: [https://www.youtube.com/playlist?list=PLfo\\_yet\\_nYZBhnT\\_PP3CqZGth2OFWuDfs](https://www.youtube.com/playlist?list=PLfo_yet_nYZBhnT_PP3CqZGth2OFWuDfs)

Data	Speaker	Picco di spettatori durante la diretta
17/11/2020	Fosca Giannotti	211
01/12/2020	Amedeo Cesta	172
15/12/2020	Alfredo Milani	85
12/01/2021	Pierluigi Contucci	143
26/01/2021	Ernesto De Vito	125
09/02/2021	Elisa Ricci	47
23/02/2021	Silvia Villa	111
09/03/2021	Patrizio Frosini	83
23/03/2021	Sara Magliacane	58
06/04/2021	Pietro Liò	103
20/04/2021	Filippo Castiglione	59
04/05/2021	Yu Guang Wang	26
18/05/2021	Michele Piana	29
01/06/2021	Daniele Peri	58

Tabella 2  
Dati relativi al picco di partecipanti durante la diretta

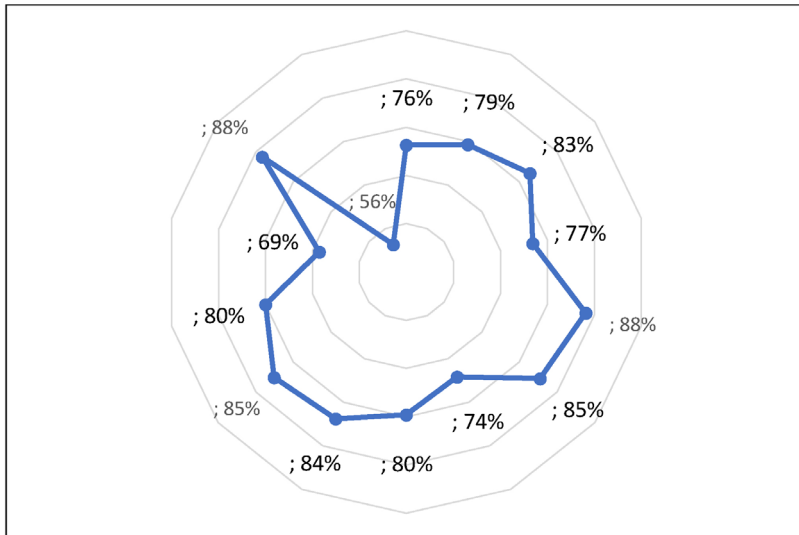


Figura 3  
Percentuale di mantenimento del pubblico  
(misurata rispetto alla differenza del numero di spettatori tra il picco  
e a 10' dal termine del seminario)

Per esaminare le performance dei video sul canale YouTube, è stato misurato il numero di visualizzazioni totali a distanza di circa 5 mesi (a luglio 2021 e a dicembre 2021): tutti i seminari hanno continuato ad essere visti anche dopo molti mesi dalla loro prima messa in onda (figura 4).

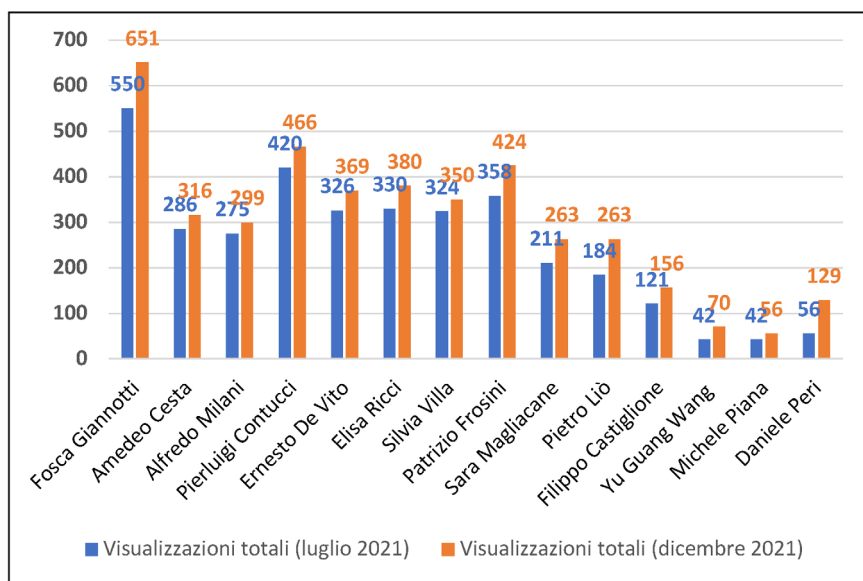


Figura 4  
Confronto tra il numero di visualizzazioni dei seminari a distanza di 5 mesi

### *Analisi delle performance dei seminari sui canali social dell'IAC*

La promozione dei vari seminari è stata affidata, oltre che al sito, anche ai vari social di istituto. La scelta del linguaggio utilizzato nei diversi canali è stata fatta in base alle caratteristiche del singolo social, oltre che pensando al pubblico tipico che lo utilizza preferibilmente.

Su Facebook non ci sono limiti di caratteri, il pubblico è tipicamente più maturo e i post dei profili personali sono favoriti dall'algoritmo che propone i contenuti agli utenti, rispetto ai contenuti pubblicati sulle pagine. Per questo, per tutti i seminari AIM, la promozione è stata fatta anche dal profilo del direttore dell'IAC (da cui la pagina dell'istituto dipende), anche considerato che solo i profili personali hanno su Facebook la possibilità di menzionare altri profili

personali (ad esempio quelli dei relatori), mentre le pagine possono menzionare solo altre pagine (ad esempio quelle delle istituzioni di appartenenza dei relatori). L'uso delle menzioni nei post è importante per aumentare la "viralità" dei post, ovvero per accrescere le possibilità che un numero molto grande di utenti di Facebook visualizzi nella propria bacheca le informazioni promosse, mediante un meccanismo molto simile al "passaparola".

Twitter, invece, ha caratteristiche totalmente diverse da quelle di Facebook. È possibile comporre post (tweet) di massimo 280 caratteri, una caratteristica che ha trasformato il social praticamente in un servizio di microblogging, utilizzato moltissimo, anche da ricercatori, per fare networking, condividere informazioni rilevanti per le proprie attività di ricerca, oltre che per condividere, anche in itinere, aggiornamenti su seminari e conferenze (Singh, 2020). Gli "hashtag", parole chiave che posizionano il tweet nell'ambito di uno o più discussioni (thread), sono utilizzati dall'algoritmo del social per proporre nel feed degli utenti determinati tweet potenzialmente di interesse. In analogia con Facebook, anche in Twitter esiste la possibilità di menzionare altri utenti (con @ più nome dell'utente) o organizzazioni. Non esiste, in questo caso, però, la differenza tra profili privati e pagine istituzionali e, di conseguenza, c'è totale libertà di citazione in ogni tweet.

Quello su Instagram è il più "sperimentale" dei tre canali social attualmente aperti dall'istituto. Instagram è, infatti, usato da un pubblico con un'età tendenzialmente più bassa rispetto a Facebook e usa un linguaggio mediato da immagini (nasce come il social della fotografia). È, dunque, essenziale, nel creare un post, prestare una maggiore attenzione all'aspetto visivo, piuttosto che al messaggio testuale di accompagnamento che, comunque, viene letto con maggiore probabilità se veicolato con un testo più semplice e, preferibilmente, con l'uso di emoticons. È possibile pubblicare due diverse tipologie di contenuti: i post, che rimangono nel feed dell'account e le stories, visibili dagli altri utenti per non più di 24 ore. Sia nei post che nelle stories, come negli altri social, è possibile menzionare altri account e, come in Twitter, è altamente raccomandato l'uso degli hashtag (se ne possono inserire fino a trenta in uno stesso post). Non è, d'altra parte, possibile condividere nel testo i link a siti web (a meno di non avere un numero molto elevato di followers). L'espedito utilizzato per farlo è rimandare alla "biografia" del profilo (la descrizione dell'utente subito al di sotto del nome dell'account) dove, utilizzando alcuni

servizi (come Linktree<sup>3</sup>), è possibile inserire tutti i collegamenti che rimandano ai vari contenuti che si è deciso di promuovere.

Sulla pagina Facebook *@ist.applicazionidelcalcolo* dell'IAC ogni seminario della serie AIM è stato annunciato mediante un post pubblicato in anticipo o a ridosso dell'evento. Con Twitter (*@CNRIAC*), i seminari sono stati pubblicizzati mediante messaggi brevi, ricercando le migliori parole chiave per descrivere gli argomenti trattati e, laddove possibile, utilizzando delle menzioni per aumentare la probabilità di allargare il numero di utenti che visualizzavano i tweet. Nel canale Instagram (*@cnr.iac*), sono stati pubblicati sia post che stories. In figura 5 si riportano i numeri assoluti delle visualizzazioni dei post per i tre canali social.

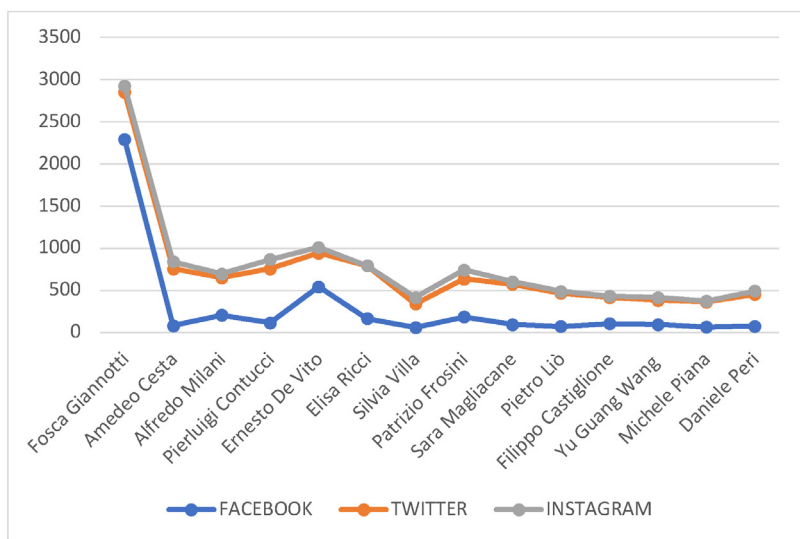


Figura 5  
Numero di account raggiunti dai post relativi ai diversi seminari AIM  
per singolo canale social

<sup>3</sup> <https://linktr.ee/CNR.IAC>



È interessante osservare anche il numero di like rispetto al numero di persone raggiunte (figura 6), che rispecchia maggiormente il reale interesse del pubblico effettivamente coperto, rispetto all'argomento dei post, oltre che il numero di persone che hanno visualizzato i contenuti dei post, rappresentati dal link alla diretta streaming, al sito web dei seminari o al sito dell'IAC, perché potrebbe indicare che il messaggio veicolato a mezzo social ha portato il pubblico laddove volevamo, ovvero a seguire il seminario o a interessarsi delle attività dell'istituto. Per Instagram si evidenziano alcune criticità che potrebbero essere dovute a una inferiore capacità di veicolazione dei contenuti degli ultimi seminari.

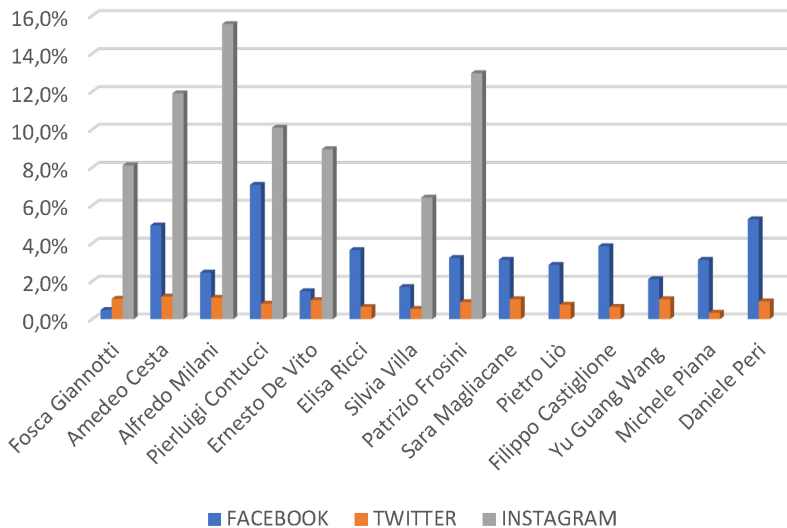


Figura 6  
Percentuale di like rispetto al pubblico raggiunto

Molte altre sono state le metriche analizzate a seguito della conclusione del ciclo di seminari: il livello medio di coinvolgimento del pubblico (engagement), calcolato in forma percentuale, ad esempio su Twitter, considerando tutte le varie interazioni del pubblico su un tweet (“mi piace”, retweet, commenti, ecc.), diviso per il numero di visualizzazioni del medesimo tweet, oppure, su Instagram, attraverso le attività dell’utente che, a seguito della lettura del singolo post/storia, visiti o inizi a seguire il profilo o faccia clic sul sito web; la copertura, su Instagram, data dal numero di utenti unici che ha visualizzato il post speci-

co; le impressioni, che coincidono con le visualizzazioni multiple avute anche da uno stesso account.

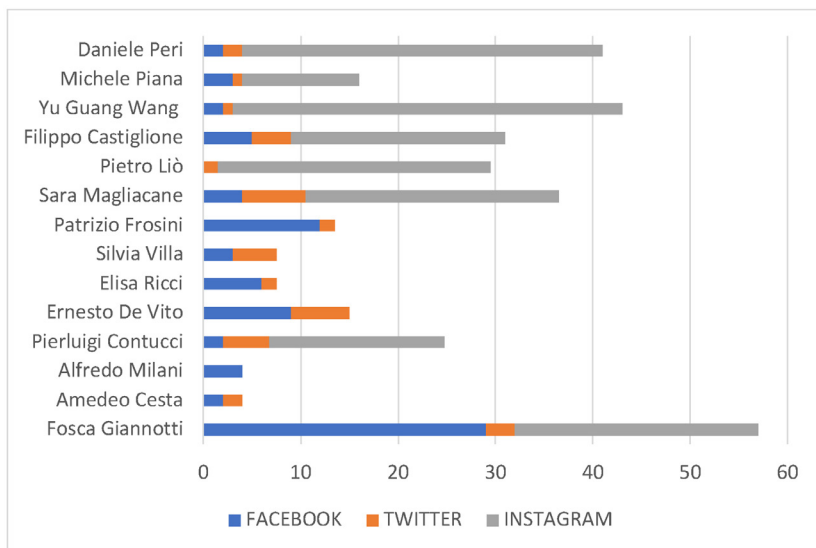


Figura 7  
Numero di accessi ai contenuti dei post

Difficile poter affermare se esiste una correlazione tra il numero di spettatori dei seminari e le persone raggiunte dai post sui canali social e questo per diversi motivi. Innanzitutto, la promozione dei seminari non è stata affidata esclusivamente ai social, ma avvisi sono apparsi sul sito web di istituto e sono stati diffusi tramite mailing list. In secondo luogo, le metriche deducibili dagli analytics dei canali social non sono sempre totalmente complete o affidabili e, comunque, non è possibile identificare le persone raggiunte per poterle confrontare con i reali spettatori della giornata.

Un tentativo svolto per indagare una possibile correlazione tra il numero di partecipanti in diretta (coloro che possono aver visualizzato gli annunci precedenti al seminario e diffusi sui social) e il numero di persone raggiunte dai vari post non dà un risultato positivo (figura 8), a giudicare dal parametro R dell'analisi di regressione lineare, piuttosto lontano dall'unità.

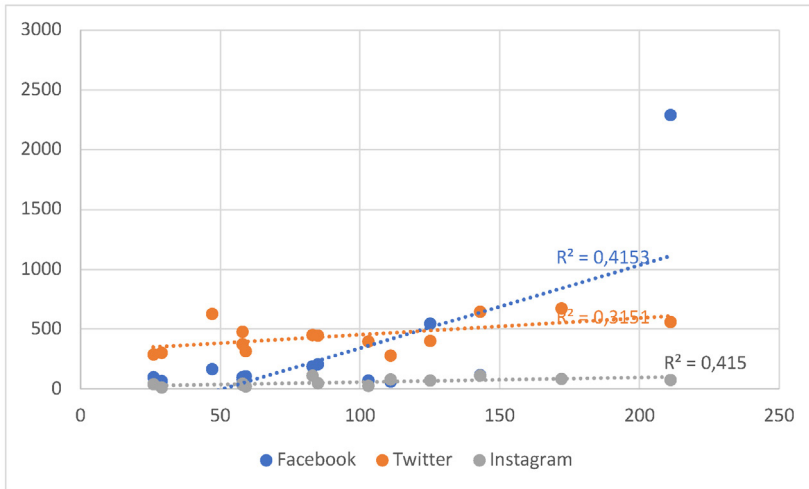


Figura 8  
Spettatori in diretta vs visualizzazioni (account raggiunti)  
dai post sui social per singolo seminario  
(la retta di regressione non considera il punto outlier di account  
raggiunti su Fb per il primo seminario Giannotti)

## Conclusioni

Il primo ciclo di seminari *AIM – Artificial Intelligence and Mathematics* è stata la prima esperienza, per l'IAC, di workshop organizzati totalmente in streaming. La modalità online si è rivelata uno strumento fondamentale per continuare l'attività scientifica in forma condivisa durante lo stato di emergenza dovuto alla pandemia da Covid-19.

La scelta del tema – intelligenza artificiale e matematica – è stata dettata dall'interesse concreto ed emergente da parte di molti ricercatori IAC per questo argomento, oltre alla volontà di posizionare l'istituto in un'area interdisciplinare che si sta rivelando sempre più strategica per lo sviluppo scientifico e tecnologico del Paese e della scena internazionale.

Dai dati di partecipazione di pubblico su YouTube emerge che una fetta molto rilevante di coloro che hanno seguito in diretta i diversi seminari del ciclo è costituita proprio da personale dell'IAC. In passato, nessuno dei seminari svolti in presenza aveva avuto lo stesso successo interno, a dimostrazione che la modalità di fruizione in streaming è stata tra le esperienze più aggregative

per l'intero istituto che, con le sue quattro sedi a Roma, Napoli, Bari e Firenze, difficilmente riuscirebbe a "mettere insieme" gli stessi numeri con un workshop in presenza. Da un'analisi ontologica degli argomenti affrontati nel primo ciclo di seminari AIM emerge come alcune aree sono state particolarmente approfondite, mentre per altre ci sono ampi margini di approfondimento. Questo sarà di grande aiuto per cercare speaker in grado di dare il loro contributo nella nuova serie di seminari (già avviata nel gennaio del 2022).

Dall'analisi delle performance dei seminari del primo ciclo, anche successivamente alla diretta<sup>4</sup>, inoltre, si può certamente affermare che la serie è stata di grande impatto nella comunità scientifica, contribuendo a rafforzare il network dell'IAC nell'ambito dell'AI e a dare visibilità alle attività dell'istituto in questo settore.

La breve indagine svolta tra il personale dell'IAC sugli aspetti positivi e negativi del seguire dei seminari in streaming anziché in presenza e gli output emersi dalle analisi sui social network ci stimolano a fare delle riflessioni su come meglio utilizzare questi strumenti nel prossimo futuro. Indubbiamente, un punto da migliorare è la capacità di coinvolgimento delle persone: la tendenza all'ascolto passivo durante i seminari e la mancanza di una vera attività di networking, sia con gli speaker sia con gli altri partecipanti, sono giudicate negativamente da molti. Obiettivo per il futuro è cercare modalità che permettano una maggiore interattività tra il pubblico (ad esempio spingendo le persone a intervenire in diretta nella fase di question and answer, piuttosto che limitarsi a scrivere le domande in chat) o sperimentare l'organizzazione di incontri ibridi in presenza e in streaming, anche se questo ridurrà parzialmente la flessibilità e i vantaggi del seminario online.

### *Bibliografia*

Bottanelli F., Cadot B., Campelo F., Curran S., Davidson P.M., Dey G., Raote I., Straube A., Swaffer M.P. (2020), *Science during lockdown - from virtual seminars to sustainable online communities*, «Journal of Cell Science», 133(15), <https://DOI.org/10.1242/jcs.249607>.

De Feis I., Giuffrida S., Lombardi F., Natalini R. (2022), *I seminari scientifici online e la loro promozione attraverso i social network. Il caso del ciclo di seminari AIM - Artificial*

<sup>4</sup> Tutti i seminari sono tutt'ora disponibili sul canale YouTube dell'IAC e continuano ad avere nuove visualizzazioni ogni giorno.

- Intelligence and Mathematics dell'Istituto per le Applicazioni del Calcolo "Mauro Picone" del CNR, Rapporto Tecnico CNR, <https://DOI.org/10.48227/AIM2021>.*
- Nature Editorial (2020), *Coronavirus in charts: are virtual conferences here to stay?* *Nature*, <https://www.nature.com/articles/d41586-020-01136-8>.
- Turing A. (1950), *Computing Machinery and Intelligence*, «Mind», LIX (236), pp. 433-460, <https://DOI.org/10.1093/mind/LIX.236.433>.

# BIO Open Lab: la sfida di comunicare un'infrastruttura di ricerca distribuita

*Marco Quaglia*

Area di Ricerca Scientifica e Tecnologica di Trieste - Area Science Park

## 1. *Una nuova ERA e l'Italia*

Il terzo millennio è stato inaugurato nel 2000 con la costituzione della European Research Area (ERA), o Spazio Europeo per la Ricerca (SER). A oggi, la Commissione Europea presenta l'ERA come l'ambizione di creare un mercato singolo e senza confini per la ricerca, l'innovazione e la tecnologia in Europa.

Le principali tappe del suo sviluppo nel primo ventennio sono legate ad alcuni paradigmi che hanno nutrito la visione comunitaria di un'Europa unita attraverso la conoscenza.

La prima fase (2000-07) ha avuto come obiettivo una maggiore coerenza e una minore frammentazione delle risorse di ricerca e sviluppo presenti su tutto il territorio europeo, con priorità rivolte alle infrastrutture di ricerca e alla mobilità delle risorse umane.

La seconda fase (2007-12) si è basata sul paradigma della “quinta libertà”, identificata con la conoscenza scientifica e il suo libero movimento sul territorio europeo, che si è aggiunta alle precedenti quattro libertà associate al libero movimento di beni, servizi, capitale e persone. In questo periodo è stato formalizzato nel 2009 il quadro giuridico alla base degli European Research Infrastructure Consortiums (ERICs), i consorzi che abbracciano diverse infrastrutture di ricerca collocate sul territorio paneuropeo e che permettono in modo efficace di realizzare la condivisione delle risorse scientifiche e la mobilità delle persone.

La terza fase (2012-20) ha riguardato il potenziamento delle partnership tra Commissione, Stati membri e stakeholder per garantire il riconoscimento della ricerca di qualità come investimento per l'economia e la consapevolezza che nessuno stato membro ne può oggi e in futuro fare a meno.

La Commissione Europea ha monitorato i progressi dell'ERA attraverso dei report, che hanno aiutato nelle programmazioni dei Framework Programmes

FP6 (2002-06), FP7 (2007-13) e più recentemente di Horizon 2020 (2014-20) e l'atteso Horizon Europe (2021-27), gli strumenti finanziari a supporto della realizzazione degli obiettivi della Comunità Europea. Il report del 2018 ha evidenziato il positivo allineamento delle strategie nazionali degli stati membri verso un'unica roadmap sviluppata e aggiornata dallo European Strategy Forum for Research Infrastructures (ESFRI), costituito nel 2002 per assicurare un approccio europeo nelle infrastrutture di ricerca. Tuttavia il report ha evidenziato una riduzione della crescita dell'ERA che ha più recentemente dovuto affrontare nuove sfide globali aggravate dalla pandemia da Sars-CoV-2.

La Commissione Europea nel 2020 ha dichiarato la necessità di una nuova ERA, ribadendo la natura delle infrastrutture di ricerca di essere una sua colonna portante, immaginata nel 2021 e le cui basi sono contenute nell'ERA *policy agenda* per il periodo 2022-24, in cui si sottolinea come gli ERICs rappresentino una componente chiave nel panorama delle infrastrutture di ricerca e abbiano un forte potenziale per il rafforzamento dell'ERA stessa.

I fondi per realizzare questa visione sono forniti dal più ambizioso programma di ricerca e innovazione europeo di sempre, Horizon Europe del valore di 95.5 miliardi di euro suddivisi in quattro pilastri: scienza di eccellenza, sfide globali e competitività industriale, Europa innovativa, allargamento della partecipazione e rafforzamento dell'ERA. In ciascuno di essi le infrastrutture di ricerca nazionali e paneuropee sono direttamente coinvolte e chiamate a fare la loro parte.

Ogni stato membro sviluppa le proprie strategie nazionali in linea con quelle europee. In Italia, le politiche per la ricerca sono guidate dal Piano Nazionale per la Ricerca 2021-27, il quale per le infrastrutture di ricerca rimanda al Piano Nazionale Infrastrutture di Ricerca (PNIR) 2021-27. Naturalmente nel suo inquadramento contestuale, il PNIR fa riferimento ad Horizon Europe, l'ERA e l'ESFRI, aggiungendo il contributo strategico del Piano Nazionale per la Ripresa e Resilienza (PNRR), che attraverso la Missione 4 relativa a Istruzione e Ricerca stanZIA 1.58 miliardi di euro per le infrastrutture di ricerca, erogati nei prossimi anni grazie a due bandi pubblicati dal Ministero dell'Università e della Ricerca: "Rafforzamento e creazione di Infrastrutture di Ricerca" e "Concessione di finanziamenti destinati alla realizzazione o ammodernamento di Infrastrutture Tecnologiche di Innovazione".

Nel PNIR le 131 infrastrutture di ricerca italiane sono suddivise in due tipi e in tre classi di priorità. Ci sono le infrastrutture di ricerca *single-sited*, collocate cioè in un luogo preciso solitamente associato a una città, e quelle distribuite le cui risorse si trovano in più luoghi anche distanti tra di loro, città o paesi



europei. Le infrastrutture sono classificate in tre gruppi, 74 ad alta priorità, 35 a media priorità e 22 poco prioritarie. Tra quelle ad alta priorità ce ne sono 18 multidisciplinari, senza cioè un'applicazione principale.

## 2. Il progetto BIO Open Lab

Tra le 18 infrastrutture di ricerca multidisciplinari ad alta priorità italiane presenti nel PNIR c'è il Central European Research Infrastructure Consortium (CERIC), un consorzio ERIC costituito da 8 stati membri europei: Austria, Croazia, Repubblica Ceca, Ungheria, Italia, Polonia, Romania e Slovenia.

Sempre tra le 18 infrastrutture di ricerca multidisciplinari ad alta priorità se ne trovano due single-sited chiamate Elettra e FERMI, afferenti a una stessa società consortile che le gestisce, la Elettra Sincrotrone Trieste. Quest'ultima società è strettamente connessa con Ceric poiché è la sua *Representing Entity* per il paese membro Italia, contribuisce cioè al consorzio mettendo a disposizione in certa misura le proprie risorse infrastrutturali, identificate come *partner facility*, così come avviene per ciascun stato membro.

Sia Ceric sia Elettra e FERMI figurano nel PNIR con capofila Area Science Park, ente di ricerca che ospita a Trieste nel suo Campus di Basovizza le sedi di CERIC e di Elettra Sincrotrone Trieste. È nel contesto complesso formato da queste tre realtà, insieme anche all'Università degli Studi di Salerno e l'Università del Salento, che è nata l'idea e poi il progetto di BIO Open Lab, un progetto di potenziamento infrastrutturale finanziato in attuazione dell'Azione II.1 del PON Ricerca e Innovazione 2014-2020 con l'obiettivo principale di potenziare l'offerta di Ceric mettendo a disposizione del consorzio nuove o potenziate facilities complementari tra di loro e potenzialmente con il resto delle partner facility di Ceric:

- facility di Next Generation Sequencing, Area Science Park;
- facility di Spettrometria di Massa, Università degli Studi di Salerno;
- facility di Microscopia Elettronica Olografica in Trasmissione, Università del Salento;
- facility di Centro di Calcolo, Università degli Studi di Salerno.

La realizzazione di questo obiettivo presenta delle sfide e una in particolare riguarda la consapevolezza che sia necessario passare dal paradigma di facility al paradigma di infrastruttura di ricerca. La differenza fondamentale tra queste due categorie è la chiusura o l'apertura verso utenti esterni, ricercatori della comuni-

tà scientifica o aziende che chiedono e utilizzano i laboratori e gli strumenti per una parte consistente del tempo totale (Rizzuto, 2013). L'esigenza di offrire tempo macchina in modo efficace, in un momento preciso e per un tempo stabilito, richiede lo sviluppo di molte risorse a supporto dei laboratori e degli strumenti stessi e un cambio di paradigma del rapporto con gli spazi laboratoriali, che devono venir predisposti per essere vissuti da utilizzatori esterni come fossero ospiti di casa. Metaforicamente, è necessario imparare ad accompagnare un utente come fosse un bambino dall'inizio alla fine del suo utilizzo degli spazi e degli strumenti. In questo senso all'interno del progetto BIO Open Lab sono auspicabili due iniziative: *focus group* mirati con responsabili scientifici e decisori politici per condividere una *vision* e una *mission* di appartenenza a uno stile di operabilità affine a un'infrastruttura di ricerca, senza ovviamente sovrascrivere l'identità degli enti partecipanti; *testimonials* di realtà già esperte nella gestione degli utenti come Elettra Sincrotrone Trieste o di realtà che hanno affrontato la transizione da facility a infrastruttura di ricerca, le quali possono riportare la loro esperienza e spiegare i cambi di paradigma da attuare.

### 3. (RI-VIS)itare comunicazione e disseminazione

Nell'ambito dell'ERA, la "quinta libertà" relativa al movimento della conoscenza si applica anche alle buone pratiche della comunicazione dei progetti e della disseminazione dei loro risultati. Ciascuna infrastruttura di ricerca è una realtà a sé e in generale opera all'interno di un ecosistema complesso come nel caso di Trieste. Tuttavia, nell'ottica di condivisione di buone pratiche, sono nate nascono e nasceranno iniziative di confronto per lo sviluppo di toolkit universali, cassette degli attrezzi declinabili all'interno delle singole realtà. Così come avviene l'allineamento delle strategie nazionali con le roadmap dell'ESFRI, anche la Comunicazione cerca di direzionarsi verso una standard europeo. Un esempio di progetto in questo senso è RI-VIS, il cui nome richiama alla visibilità individuale e collettiva delle infrastrutture di ricerca necessaria per rafforzare i rapporti con gli stakeholder europei e intereuropei e garantire una sostenibilità a lungo termine. A tal fine, l'armonizzazione di strategie comunicative e linee guida permette di utilizzare un linguaggio simile, se non comune, che identifichi univocamente le realtà delle infrastrutture di ricerca. Il toolkit di standard di comunicazione elaborato nella sua prima versione nel 2020 rappresenta una linea guida di questo tipo, che spazia dal gergo e dai messaggi chiave fino al sito web e agli hashtag dei social media. L'unicità di ciascuna infrastruttura di ricer-

ca e del suo sistema comunicativo, magari consolidato da tempo, deve trovare un equilibrio con le nuove pratiche concordate globalmente, per consentire ai target di acquisire una percezione comune verso le infrastrutture di ricerca.

La difficoltà in questi termini per il progetto BIO Open Lab sta nel fatto che a parteciparvi siano più e diverse realtà con il proprio individuale stile di comunicazione consolidato da tempo e per cui un allineamento richiede e richiederà ben più tempo del progetto stesso che ne getta le basi. La costituzione di una rete di collaborazione è certamente in capo al capitale umano che popola e popolerà le varie realtà di Trieste, Salerno e Lecce, anche grazie al progetto secondario, ma non meno importante, del “Rafforzamento del Capitale Umano delle Infrastrutture di Ricerca” nell’ambito del Piano Stralcio “Ricerca e Innovazione 2015-2017” che prevede l’assunzione di figure dedicate alla Comunicazione e alla costruzione di rete e promozione. Le figure e i gruppi dedicati alla Comunicazione suddividono naturalmente il proprio lavoro in due categorie di iniziative, quelle sviluppate singolarmente dal proprio ente e quelle concordate all’interno della rete. Entrambe contribuiscono all’avanzamento della visibilità dell’intera infrastruttura distribuita, ma la seconda categoria richiede molto più tempo e sforzo, data anche la distanza fisica, sebbene in questo ultimo periodo pandemico sia stata sviluppata una sensibilità all’utilizzo degli strumenti a distanza.

Il ventaglio dei target di un’infrastruttura di ricerca è molto variegato e può riguardare, a titolo non esaustivo, ricercatori della comunità scientifica, aziende del panorama industriale, decisori politici, i media tradizionali, le scuole, lo staff dell’infrastruttura di ricerca, colleghi e altre infrastrutture di ricerca. Le iniziative sviluppabili e in parte già attuate per il progetto BIO Open Lab afferiscono a tutto tondo alle attività svolte da un Ufficio Comunicazione che abbia uno sguardo ampio, pronto anche a cogliere opportunità inaspettate. Tra la comunicazione della singola facility, dei singoli enti o dell’intera rete, di seguito alcune delle iniziative realizzate, in essere o in fase di ideazione del progetto BIO Open Lab: comunicati stampa singoli e congiunti; eventi istituzionali; partecipazione a eventi e festival scientifici; coordinamento dei diversi uffici comunicazione; soddisfacimento degli obblighi di comunicazione ministeriali, quali descrizione del progetto sul sito web dei singoli beneficiari del progetto e realizzazione di poster temporanei e targhe permanenti per le singole facilities; realizzazione di materiale multimediale dei momenti più importanti riguardanti lo sviluppo delle facilities o dell’assunzione di personale afferente al progetto; incontri e scambio di professionalità tra i gruppi di ricerca; sviluppo di tour virtuali delle facilities;

disseminazione di risultati nella comunità scientifica; utilizzo di piattaforme condivise come Microsoft Teams per lo scambio interno di materiali; gestione e aggiornamento di mailing list; pianificazione e creazione di contenuti per diverse piattaforme social, da Facebook a LinkedIn; elaborazione di idee per contenuto didattico indirizzato a vari livelli, dalle scuole superiori fino alla formazione specialistica per l'uso di uno strumento acquistato; revisione sito web dedicato alle facilities; utilizzare quando possibile le risorse di altri progetti per iniziative utili anche al BIO Open Lab.

#### 4. *Un futuro di opportunità*

BIO Open Lab getta le basi per la costituzione e la sostenibilità di una rete di realtà scientifiche che costituisce un unicum nel panorama nazionale ed internazionale e la Comunicazione può e deve supportare questo processo su vari fronti, se non tutti, per accompagnare gli enti coinvolti attraverso un futuro ricco di opportunità e responsabilità come infrastrutture di ricerca attraverso il PNRR, il programma Horizon Europe e il rafforzamento dell'European Research Area.

#### *Bibliografia*

- Barbieri G. *et al.* (2022), *Il PNRR e le infrastrutture di ricerca: a che punto siamo*, «Il Sole 24 Ore», [https://www.ilsole24ore.com/art/il-pnrr-e-infrastrutture-ricerca-che-punto-siamo-AE7pJBAB?refresh\\_ce=1](https://www.ilsole24ore.com/art/il-pnrr-e-infrastrutture-ricerca-che-punto-siamo-AE7pJBAB?refresh_ce=1).
- Costa Abecasis R., Pintar B. (2020), *RI-VIS D5.1 Communication Standards Toolkit*, <https://DOI.org/10.5281/zenodo.3701172>.
- ESFRI (2021), *Roadmap 2021 – Strategy Report on Research Infrastructures*, <https://roadmap2021.esfri.eu>.
- ESFRI, *Making Science Happen – A new ambition for Research Infrastructures in the European Research Area*, <https://www.esfri.eu/esfri-white-paper>.
- European Commission, Directorate-General for Research and Innovation (2019), *ERA Progress Report 2018: the European Research Area : advancing together the Europe of research and innovation*, Publications Office, <https://data.europa.eu/DOI/10.2777/118067>.
- European Commission, *European Research Era (ERA)*, [https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/strategy/strategy-2020-2024/our-digital-future/era\\_en](https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/strategy/strategy-2020-2024/our-digital-future/era_en)
- European Commission (2020), *History of the European Research Area*, Publications Office

- European Commission, Directorate-General for Research and Innovation (2021), *European Research Area Policy Agenda – Overview of actions for the period 2022-2024*, Publications Office, [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research\\_and\\_innovation/strategy\\_on\\_research\\_and\\_innovation/documents/ec\\_rtd\\_era-policy-agenda-2021.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/strategy_on_research_and_innovation/documents/ec_rtd_era-policy-agenda-2021.pdf).
- European Commission, Directorate-General for Research and Innovation (2021), *Horizon Europe, Budget: Horizon Europe - the most ambitious EU research & innovation programme ever*, Publications Office, <https://data.europa.eu/DOI/10.2777/202859>
- European Commission, Directorate-General for Research and Innovation (2020), *Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions - A new ERA for research and innovation*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2020%3A628%3AFIN>.
- Governo Italiano, Presidenza del Consiglio dei Ministri (2021), *Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza*, <https://www.governo.it/it/articolo/piano-nazionale-di-ripresa-e-resilienza/16782>.
- Ministero dell'Università e della Ricerca (2020), *Programma Nazionale per la Ricerca 2021-2027*, <https://www.mur.gov.it/it/aree-tematiche/ricerca/programmazione/programma-nazionale-la-ricerca>.
- Ministero dell'Università e della Ricerca (2021), *Programma Nazionale Infrastrutture di Ricerca (PNIR) 2021-2027*, <https://www.mur.gov.it/it/atti-e-normativa/decreto-ministeriale-n1082-del-10-09-2021>.
- Ministero dell'Università e della Ricerca (2021), *Avviso n. 3264 del 28-12-2021 - Avviso pubblico per la presentazione di proposte progettuali per "Rafforzamento e creazione di Infrastrutture di Ricerca" da finanziare nell'ambito del PNRR*, <https://www.mur.gov.it/it/atti-e-normativa/avviso-n-3264-del-28-12-2021>.
- Ministero dell'Università e della Ricerca (2021), *Avviso n. 3265 del 28-12-2021 - Avviso per la concessione di finanziamenti destinati alla realizzazione o ammodernamento di Infrastrutture tecnologiche di innovazione*, <https://www.mur.gov.it/it/atti-e-normativa/avviso-n-3264-del-28-12-2021>
- Rizzuto C. *et al.* (2013), *RAMIRI Handbook*, CERIC-ERIC, <https://www.ceric-eric.eu/project/ramiri-handbook/>.

### Sitografia

- <http://www.ponricerca.gov.it/comunicazione/esempi-di-progetto/potenziamento-infrastrutture-di-ricerca/bio-open-lab/>  
<https://www.areasciencepark.it>

<https://www.ceric-eric.eu>

<https://www.elettra.eu>'

# Tutti in musica. Quando musica, gioco e scienza si incontrano

*Fabio Chiarello<sup>a</sup>, Silvia Mattoni<sup>b</sup>*

<sup>a</sup> Istituto di Fotonica e Nanotecnologie (CNR-IFN), Roma

<sup>b</sup> Unità Relazioni con il Pubblico (CNR-URP), Roma

## *Introduzione*

Nel corso dell'anno 2020 sono state trasmesse in diretta streaming, sui canali social dell'Unità Comunicazione e Relazioni con il Pubblico CNR, 12 puntate di una rubrica di divulgazione scientifica sui temi della musica, del gioco, della scienza e sulla relazione fra questi temi. Le puntate, che avevano cadenza settimanale e durata di circa un'ora, hanno visto la partecipazione di diversi ospiti provenienti dal mondo della cultura e della scienza e la moderazione di una giornalista e di un ricercatore CNR. Il programma è nato nel contesto di esperienze pregresse nel campo della divulgazione scientifica che avevano il gioco e la musica sia come oggetto di interesse, sia come principale strumento comunicativo. Come molte altre iniziative simili, nasceva sulla spinta delle esigenze del momento – legate al lockdown a seguito dell'emergenza sanitaria da Covid-19 – di maggiore interattività e coinvolgimento del pubblico pur in una dimensione digitale.

Obiettivi principali:

- suscitare maggior interesse e curiosità nei confronti della realtà che ci circonda e dei suoi fenomeni, in particolare legati al mondo dei suoni e della musica;
- diffondere ed approfondire la cultura musicale;
- mostrare come il gioco, nelle sue varie forme, possa essere un importante oggetto di studio e nello stesso tempo un potente strumento culturale;
- superare le barriere storiche fra diversi settori della cultura e del sapere.

In ogni puntata veniva lanciato un tema specifico, abbastanza ampio e generale, che potesse essere affrontato da diversi punti di vista. Alla sigla iniziale (realizzata per l'occasione dal compositore Roberto Maria Mongardini) seguiva una introduzione generale sul tema e la presentazione degli ospiti, chiamati poi a rispondere a turno ad una domanda iniziale, per poi passare ad un momento interlocutorio più libero (secondo il format della tavola rotonda). Domande da parte del pubblico e considerazioni finali chiudevano ogni appuntamento.



Spesso le puntate venivano intervallate da momenti ludici, in cui gli spettatori erano coinvolti con giochi legati alla musica e alla scienza, da poter riprodurre poi a casa.

### *I temi trattati*

Di seguito vengono brevemente presentati i temi trattati e gli ospiti delle diverse puntate, con lo scopo di rendere un'idea generale del programma (è possibile rivedere le puntate attraverso i canali social CNR-Comunicazione).

- 1) *I dadi di Mozart*. Con Paolo Alessandrini (divulgatore scientifico, blogger, scrittore e docente), Roberto Maria Mongardini (musicista e compositore), Spartaco Albertarelli (autore di giochi da tavolo, editore). I “Dadi di Mozart” sono un gioco di composizione automatica attribuito al grande compositore e musicista austriaco Wolfgang Amadeus Mozart, in cui un lancio di dadi permette di realizzare brani “originali” assemblando insieme frammenti di musica opportunamente preparati. Il gioco diventa un'occasione per parlare del contributo della casualità nella scienza, nella musica e nel gioco.
- 2) *Sound & Light Project*. Con Tania Valente (docente), Andrea Zara, Fabiola Zanda, Marta Vettoretti (musicisti e studenti). Viene presentato il progetto “Sound & Light”, in cui gli studenti di un Liceo Musicale, supportati dall'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie del CNR nell'ambito del progetto Europeo “Phablabs 4.0”, hanno utilizzato tecniche di fabbricazione digitale per modificare strumenti musicali classici aggiungendo effetti luminosi e, con questi strumenti, hanno organizzato una serie di “Concerti fotonici” presentati in varie occasioni (Notte Europea dei Ricercatori di Roma 2019, Maker Faire di Roma 2019, Maker Faire di Barcellona 2019). Il progetto è stato un'occasione per mostrare come la tecnologia possa essere un supporto all'espressione artistica, e come un approccio ludico e hands on possa essere portato nelle scuole in modo efficace e costruttivo.
- 3) *A ritmo di Bulerias*. Con Armida Torreggiani (divulgatrice e ricercatrice CNR), Dario Polizzi Carbonelli (ballerino di flamenco), Roberto Volpe (medico del Servizio prevenzione e Protezione del CNR). La danza e il flamenco diventano un'occasione per parlare di ritmo, di salute e di approcci ludici alla didattica e alla divulgazione.
- 4) *Matematica Rock*. Con Paolo Alessandrini (divulgatore scientifico, blogger, scrittore e docente) e Stefano Zamuner (chitarrista). Il tema centrale è la

presentazione del libro “Matematica Rock” di Paolo Alessandrini, in cui i temi della musica, della matematica e del gioco si intrecciano indissolubilmente.

- 5) *Dall'arpa laser al piano fotonico*. Con Fausto Intrieri (compositore e sound designer), Maria Bondani (divulgatrice e ricercatrice), Salvatore Saldano (designer e Maker), Salvo Trovato (art director e direttore dell'Istituto NUMEN di innovazione tecnologica). Si parla di nuove tecnologie digitali, fablab e Makers, e di come queste offrano nuovi strumenti per l'espressività artistica e per la divulgazione scientifica.
- 6) *Creatori di mondi*. Con Antonio Fraioli (clarinettista, compositore e docente), Armida Torreggiani (divulgatrice e ricercatrice CNR), Dario De Toffoli (giornalista, scrittore, autore di giochi), Leo Colovini (scrittore e autore di giochi). Viene affrontato il tema della creatività e della fantasia da diversi punti di vista: quello del ricercatore, del divulgatore, del compositore, dell'esecutore, dell'inventore di giochi, e anche del giocatore.
- 7) *Scomporre per scoprire, comporre per progredire*. Con Armida Torreggiani (divulgatrice e ricercatrice CNR), Carlo Andrea Rozzi (ricercatore, divulgatore e musicista), Marco Giordano (docente di musica elettronica, divulgatore, scrittore), Marica Canino (ricercatrice e divulgatrice). La conoscenza passa attraverso la “scomposizione” di idee e concetti in elementi semplici. Questi elementi possono essere poi ricomposti in modi originali per inventare e costruire cose nuove. Nella puntata viene discusso come questo modo di procedere, tipico della scienza e della tecnologia, sia fondamentale anche nella musica, nel gioco e nella didattica, e come possa legare in modo indissolubile questi mondi.
- 8) *Guardare oltre*. Con Carlo Andrea Rozzi (ricercatore, divulgatore e musicista), Carlo Cosmelli (ricercatore, divulgatore, docente), Maresa Bertolo (ricercatrice, docente, esperta di Game Design per il cambiamento sociale). Dal “tango del Bosone di Higgs” ai giochi per l'inclusione sociale, si parla di musica e giochi per spiegare quanto sia importante “guardare oltre” e, soprattutto, come fare. Guardando oltre la superficie, l'apparenza, i pregiudizi, le “fake news”, la diversità, per affrontare la complessità della realtà.
- 9) *Magia*. Con Antonio Fraioli (clarinettista, compositore e docente), Federico Benuzzi (docente, divulgatore, giocoliere e attore), Raffaele Silvani (ricercatore, prestigiatore, divulgatore). Un prestigiatore, un giocoliere, un musicista e un ricercatore parlano di “magia”, intesa come capacità di affascinare, incantare, trasportare in un “altro luogo”, magari per raccontare e far

scoprire qualcosa di bello ed importante, qualcosa che possa far crescere e arricchire.

- 10) *La musica del Covid*. Con Andrea Ligabue (esperto di didattica ludica, direttore artistico del festival Play di Modena), Roberto Natalini (matematico e divulgatore del CNR, curatore di Comics & Science), Samuele Spilla (docente e musicista), Tiziana Masullo (biologa, ricercatrice, divulgatrice del CNR, creatrice del personaggio “Viruloso”). Markus Buehler, ricercatore Massachusetts Institute of Technology (MIT), ha provato a tradurre in musica la struttura del Covid-19. Un’attività apparentemente ludica ma molto importante che permette di “ascoltare” il virus da un punto di vista differente. Il racconto di questa ricerca è stato lo spunto per parlare del virus e della sua diffusione, di come emergenze complesse come questa richiedano risposte molto articolate, e di quanto sia importante trovare la giusta chiave comunicativa per raccontarle. Per esempio, attraverso un pupazzo (Viruloso) in un programma divulgativo per bambini.
- 11) *Il caso e l’azzardo*. Con Federico Benuzzi (docente, divulgatore, giocoliere e attore) e Roberto Maria Mongardini (musicista e compositore). Si torna a parlare di determinismo, di caso e di azzardo, e di come il pensiero scientifico e la matematica possano aiutare ad affrontare questi temi e ad orientarsi senza perdere la strada.
- 12) *Trappole per la mente*. Con Carlo Andrea Rozzi (ricercatore, divulgatore e musicista), Francesca Corrado (economista, fondatrice della “Scuola di Fallimento”, scrittrice). Ci sono illusioni ottiche (e acustiche) che riescono ad ingannare i nostri sensi, preconetti e *bias* cognitivi che possono rendere difficile l’apprendimento, lo sviluppo di nuove idee, le scelte razionali, la socialità, finno ad arrivare a bloccare la nostra crescita personale o a creare gravi problemi sociali. Ancora una volta gioco, scienza e musica si possono rivelare validi alleati, in questo caso per comprendere, affrontare e superare le trappole della mente.

## *I giochi*

Nel corso del programma sono stati presentati alcuni giochi che il pubblico poteva riprodurre facilmente a casa. Lo scopo era da un lato sottolineare in modo pratico le tematiche trattate, dall'altro coinvolgere il pubblico e renderlo partecipe e attivo. Riportiamo come esempio i giochi proposti più rappresentativi.

**Beat Cards.** Il gioco prevede l'utilizzo di un mazzo di 16 carte, facilmente stampabili e ritagliabili. Ogni carta riporta una battuta musicale con tempo di quattro quarti, e una semplice sequenza di semiminime e pause di semiminima. Il gioco consiste nel pescare casualmente e disporre in sequenza quattro carte, riproducendo la ritmica generata in modo casuale (figura 1). Il gioco ha diversi obiettivi: 1) introdurre semplici elementi di scrittura musicale per chi si avvicina per la prima volta alla musica; 2) illustrare un esempio semplificato di composizione musicale automatica; 3) mostrare come un gioco musicale semplice possa presentare elementi matematici molto interessanti. Per esempio, il fatto che le 16 carte rappresentino tutte le possibili  $2^4$  possibili alternanze di quattro semiminime e pause. O che, disponendo le carte per numero di pause presenti, si ottenga una distribuzione a “campana” (un “istogramma”) molto frequente in natura (figura 2).



Figura 1  
Esempio di sequenza ritmica casuale composta grazie alle Beat Cards

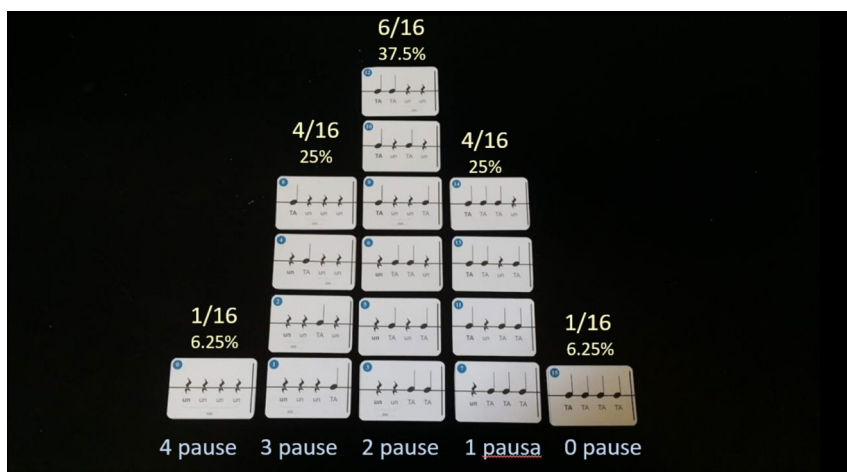


Figura 2  
Distribuzione a “campana” delle carte disposte per numero di pause

**Beat Wheels.** In questo gioco il ritmo in una battuta viene rappresentato con dei punti su una circonferenza: quattro punti equidistanti per una ritmica di quattro quarti, tre punti per un tre quarti, e così via fino ad arrivare a ritmiche più complesse (figura 3). La ritmica viene letta percorrendo più volte la circonferenza in verso orario, riproducendo i punti pieni e saltando quelli vuoti. Collegando i punti pieni è possibile visualizzare le ritmiche attraverso figure geometriche come triangoli o quadrati, regolari in caso di ritmiche regolari, sempre più asimmetriche per ritmiche più complesse (figura 4). Il gioco, oltre ad essere un modo per introdurre l’idea del solfeggio ritmico, mostra in modo pratico un legame fra ritmica e geometria, evidenziando simmetrie e regolarità.

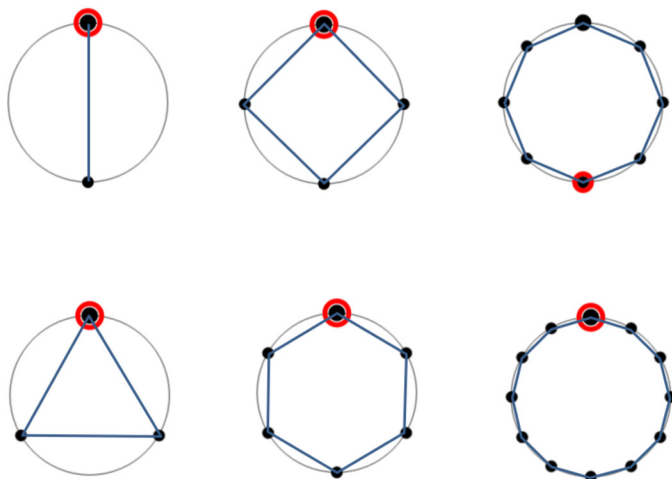


Figura 3  
Esempi di ritmiche regolari con le Beat Wheels

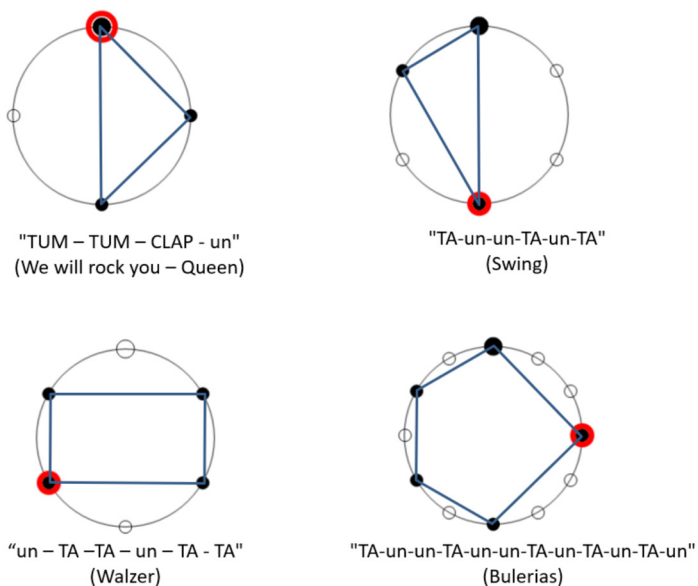


Figura 4  
Esempi di ritmiche irregolari

**Guess Beat** nasce dalla trasposizione in campo musicale del classico gioco della “divinazione binaria”. Si tratta di un piccolo gioco di prestigio che permette di indovinare una battuta scelta da un giocatore. Vengono mostrate tre sequenze ritmiche in tre quarti, di quattro battute ciascuna (figura 5), in cui sono presenti solo semiminime oppure pause di semiminime. Un giocatore sceglie una battuta a caso, senza comunicarla, e indica in quali sequenze la battuta è presente. Il secondo giocatore, solo in base a questa informazione, riesce a solfeggiare la battuta scelta. Questo grazie alla particolare disposizione delle battute, che fa corrispondere una nota da solfeggiare ad ogni sequenza selezionata e una pausa ad una sequenza non selezionata.

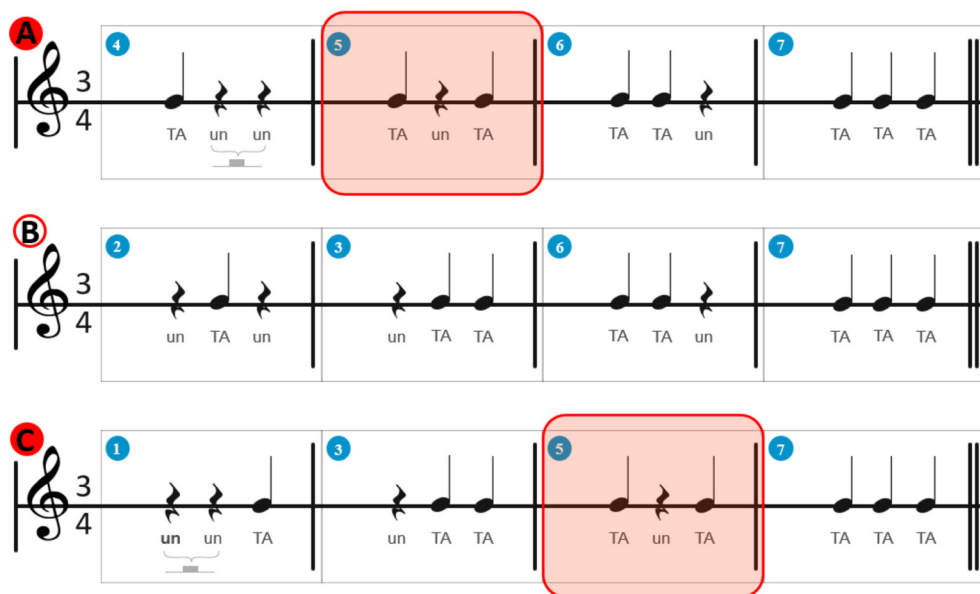


Figura 5

Esempio del gioco Guess beat: il primo giocatore sceglie una battuta senza comunicarlo (nell'esempio la 5), indicando solo in quali sequenze si trova (nella A e nella C, non nella B). Il secondo giocatore riesce ad indovinare (e solfeggiare) la battuta scelta (semiminima, pausa, semiminima, corrispondenti ad A, non in B, C)



## Conclusioni

Il programma divulgativo #TuttiInMusica è nato per rispondere in maniera attraente ai bisogni informativi dei cittadini in un periodo molto particolare come quello del primo lockdown legato all'emergenza sanitaria da Covid-19. Essendo legato a condizioni forti e specifiche probabilmente non è riproponibile nello stesso formato utilizzato. Si è trattato comunque di un'esperienza molto importante e costruttiva per diverse ragioni: da un lato, ha permesso di raccogliere e mettere a frutto una serie di precedenti esperienze legate alla divulgazione scientifica con la musica e il gioco; dall'altro, ha poi consentito di esplorare diverse modalità di interazione e dialogo fra questi mondi, solo apparentemente lontani, mostrando come si possano sostenere e potenziare a vicenda non solo nel campo educativo e nella comunicazione della scienza, ma anche nelle applicazioni pratiche legate al mondo della creatività. È stata anche un'occasione unica per costruire una rete di relazioni, esperienze e competenze diverse, una rete ancora adesso attiva e in crescita. Tutto questo ha gettato le basi per la realizzazione di nuove iniziative di comunicazione e divulgazione della scienza, come l'organizzazione di lezioni a distanza e conferenze/concerto in presenza in occasione di festival scientifici (National Geographic Festival delle Scienze di Roma 2020, Rome Video Game Lab 2021 a Roma, Futuro Remoto 2021 a Napoli, Festival della Scienza di Verona 2021, Cinema&Scienza presso lo spazio "Scena" della Regione Lazio 2022), ed altri progetti in fase di sviluppo.

## Bibliografia

- Alessandrini P. (2019), *Matematica rock. Storie di musica e numeri dai Beatles ai Led Zeppelin*, Milano, Hoepli.
- Buehler M., Milazzo M. (2022), *A matter of sound*, «Phys. World», 35.
- Chiarello F. (2020), *The Photonics Concert: Music and Creativity to Learn Digital Technologies and Science*, in *ICERI 2020 Proceedings (13th annual International Conference of Education, Research and Innovation)*, Valencia, IATED Publications, pp. 6916-6920.
- Corrado F. (2019), *Il fallimento è rivoluzione. Perché sbagliare fa bene*, Milano, Sperling & Kupfer.
- Giordano M., Moschetti C. (2016), *Coding e pensiero computazionale nella Scuola primaria*, Curtatone (MN), La Spiga.

- Hedges S.A. (1978), *Dice Music in the Eighteenth Century*, «Music & Letters», vol. 59, n. 2 (aprile), pp. 180-187.
- Zaslaw N. (2005), *Mozart's Modular Minuet Machine*, in *Essays in Honor of László Somfai on His 70th Birthday. Studies in the Sources and the Interpretation of Music*, Lanham PA, Scarecrow Press, pp. 219-235.

# “Agenda sapiens 2030” al Museo Civico di Montebelluna

## Scienze e archeologia per spiegare gli Obiettivi dell’Agenda 2030

*Emanuela Gilli, Giorgio Vaccari*

Museo di Storia Naturale e Archeologia di Montebelluna

Dal 25 settembre 2021 presso il Museo di Storia Naturale e Archeologia di Montebelluna (Treviso)<sup>1</sup>, nell’area riservata alle mostre temporanee, è possibile frequentare lo spazio “Agenda sapiens 2030”.

Non è una mostra, ma un allestimento temporaneo polifunzionale dedicato agli obiettivi dell’Agenda 2030 ONU, posti in dialogo con il patrimonio naturalistico e archeologico del territorio di Montebelluna. In sintesi si tratta di uno spazio duttile, pronto a rispondere in tempo reale alle esigenze del museo e della comunità, risultato di un ripensamento, indotto dalla pandemia, sul ruolo dei musei e sulle modalità di approccio al pubblico; inoltre, da un punto di vista strettamente museografico, questo allestimento costituisce un esempio di sostenibilità “museale” ai sensi dell’Obiettivo 12 SDGs, in quanto basato sul “riciclo” della mostra precedente.

*Economia circolare degli allestimenti. “Upcycling” della mostra “Sapiens. Da cacciatore a cyborg”*

Il titolo dello spazio “Agenda sapiens 2030” richiama volutamente la mostra “Sapiens. Da cacciatore a cyborg”, allestita in precedenza negli stessi ambienti, dedicata all’archeologia del territorio nel quadro di una riflessione antropologica con uno sguardo a possibili scenari futuri (Gilli *et al.*, 2012)<sup>2</sup>. Questa mostra ha rappresentato il risultato di un lungo percorso di studio e valorizzazione del

<sup>1</sup> Il Museo di Storia Naturale e Archeologia di Montebelluna, fondato nel 1984, “raccolge, conserva, studia e divulga la ‘memoria’ naturalistica e storico-archeologica del territorio, ivi compresa la più vasta area trevigiana. Opera inoltre in una più ampia dimensione spazio-temporale per contribuire a creare in grandi e piccoli la cultura del museo nella Regione Veneto e nel mondo” (Celi, 2011, p. 9)

<sup>2</sup> Mostra temporanea “Sapiens, da cacciatore a cyborg: Archeologia del territorio e visioni dal passato”, Museo di Storia Naturale e Archeologia di Montebelluna, 15 febbraio 2020-29 agosto

patrimonio archeologico del territorio, dal momento che ha riassunto vent'anni di azioni di tutela e ricerca dovute alla sinergia tra il locale Museo Civico e la Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per il territorio metropolitano di Venezia e le province di Belluno, Padova e Treviso, con il supporto dei dipartimenti universitari coinvolti nelle ricerche<sup>3</sup>.

Grazie agli importanti presupposti istituzionali e scientifici, la mostra "Sapiens", pur nei limiti dovuti all'applicazione delle norme contro la diffusione del virus Covid-19, ha consentito al Museo di proporre tra il 2020 e l'estate del 2021 sempre nuove attività e servizi online e in presenza – quando possibile – per tutti i target di pubblico.

I valori percentuali sul flusso dei visitatori nel periodo 2019-2020 sono in linea con i dati pubblicati nel Report ISTAT sui Musei e Istituzioni similari in Italia per l'anno 2020<sup>4</sup>, registrando un crollo delle presenze del 70% circa rispetto al 2019, a fronte dell'apertura al pubblico di almeno 5 mesi. L'analisi quantitativa e qualitativa dei flussi di pubblico di questo periodo mette in evidenza che nel 2020, per la prima volta nella storia del Museo Civico di Montebelluna, il pubblico "generico" supera il pubblico scolastico a causa del blocco delle uscite di istruzione dovuto alla pandemia (fig. 1).

Una volta esaurito il "ciclo vitale" della mostra "Sapiens", di fronte all'esigenza di proporre una nuova mostra temporanea, vari ordini di considerazioni hanno portato all'operazione di "upcycling" di cui in premessa. Innanzitutto, per un museo che lavora principalmente con l'utenza scolastica, la consapevolezza di non averne sfruttato appieno le valenze didattico-educative per due anni scolastici (a.s. 2019-20 e 2020-21); inoltre, lo stato di incertezza dovuto alla situazione pandemica non ancora risolta e la consapevolezza di dover ripensare i criteri espositivi per intercettare i bisogni di una società profondamente cambiata.

Ne è derivato un nuovo allestimento espositivo ed esperienziale dove il

2021. In collaborazione con la Soprintendenza ABAP per l'Area metropolitana di Venezia e le province di Belluno, Padova e Treviso e il Polo Museale del Veneto.

<sup>3</sup> Unipd-Dipartimento dei Beni Culturali e Dipartimento di Biologia; Unive-Dipartimento di Studi Umanistici; Unife-Dipartimento di Studi Umanistici; Units-Dip. di Studi Umanistici e Dipartimento di Scienze della Vita; Unifi-MICC (Media Integration and Communication Centre)/NEMECH (New media for Cultural Heritage); CNR-ISPC (Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale)

<sup>4</sup> Istat - Report "Musei e istituzioni similari in Italia | anno 2020", 17 febbraio 2022, [https://www.istat.it/it/files//2022/02/REPORT\\_MUSEI-E-ISTITUZIONI-SIMILARI-IN-ITALIA.pdf](https://www.istat.it/it/files//2022/02/REPORT_MUSEI-E-ISTITUZIONI-SIMILARI-IN-ITALIA.pdf)

## “Agenda sapiens 2030” al Museo Civico di Montebelluna

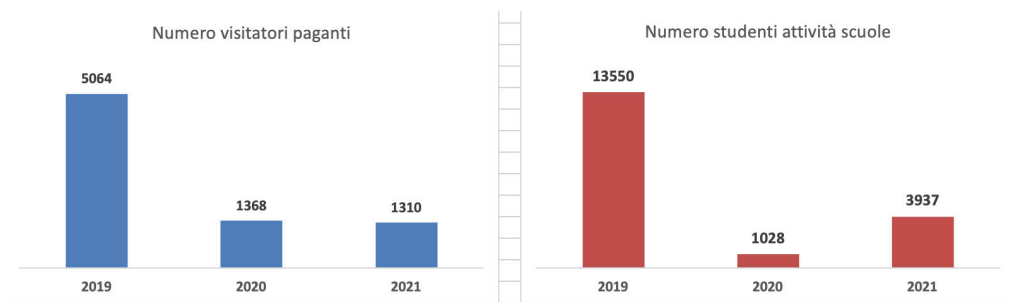


Figura 1  
Museo Civico di Montebelluna. Numero di visitatori e di studenti  
negli anni 2019, 2020, 2021

percorso archeologico della precedente mostra “Sapiens” viene ridefinito dagli Obiettivi SDGs e integrato con un percorso scientifico-naturalistico.

### *Lo spazio museo-laboratorio “Agenda sapiens 2030”: i percorsi*

L’allestimento “Agenda sapiens 2030”, come già detto in premessa, è uno spazio espositivo e didattico sugli obiettivi dell’Agenda 2030 e dell’Economia circolare, finalizzato alla divulgazione scientifica dei principi di sostenibilità trasversale in ambito ecologico e sociale previsti dall’Agenda ONU e, allo stesso tempo, alla valorizzazione del patrimonio archeologico e naturalistico locale<sup>5</sup>.

Per raggiungere questi obiettivi nell’allestimento si intrecciano tre percorsi principali, vale a dire quello archeologico, quello scientifico-naturalistico e, a scandire il tutto, il percorso Agenda 2030.

### Archeologia

Il percorso archeologico parte dal presupposto che l’archeologia ci aiuta a riflettere sul nostro passato attraverso gli oggetti, i quali, più che di singoli

<sup>5</sup> In collaborazione con i servizi culturali comunali (Biblioteca Comunale e Memoriale Veneto della Grande Guerra), l’Ufficio Tutela Ambientale e i Servizi Sociali del Comune di Montebelluna, oltre alla collaborazione con le seguenti istituzioni: Soprintendenza ABAP per l’Area metropolitana di Venezia e le province di Belluno, Padova e Treviso, Soprintendenza ABAP del Friuli Venezia Giulia, Unipd-Dipartimento dei Beni Culturali, Unife-Dipartimento di Studi Umanistici, Univr-Dipartimento di Culture e Civiltà.

avvenimenti, spesso ci parlano delle persone e dei mondi per cui furono prodotti. Trovano quindi spazio i reperti restituiti dal territorio di Montebelluna (Aa. Vv., 2012), dove il lungo lavoro degli archeologi ha portato alla luce una quantità sempre crescente di oggetti, strutture e informazioni che permettono ora di raccontare una storia di quasi centomila anni: dai cacciatori paleolitici ai Romani di fine impero. Inoltre, il prestito di alcune collezioni da parte di altri enti, ha consentito di integrare lacune o arricchire alcuni orizzonti cronologico-culturali.

Il Paleolitico, con particolare attenzione alla nascita di *Homo sapiens*, tra 60.000 e 40.000 anni fa, viene raccontata attraverso la combinazione di reperti selezionati dalle collezioni del Museo Civico derivate da vecchie donazioni e le riproduzioni di celebri esemplari di arte paleolitica, nonché la ricostruzione sperimentale del flauto paleolitico del sito tedesco di Hohle Fels prestato dall'Università di Tubinga (Conrad *et al.*, 2009). Nella sezione dedicata al Neolitico, affrontato dalla prospettiva dell'attuale Antropocene, la preistoria si presta alla riflessione sul nostro contraddittorio contemporaneo; grazie ad un importante prestito<sup>6</sup> la sezione è arricchita da una selezione di reperti archeologici e botanici dal sito palafitticolo neolitico del Palù di Livenza recentemente oggetto di nuovi scavi (Micheli, 2017).

I periodi successivi, dell'Età del ferro e romano, sono illustrati attraverso i più recenti scavi a Montebelluna, costituendo un'importante integrazione all'allestimento permanente nella sezione archeologica del Museo Civico. In particolare, l'esposizione di interi contesti recuperati in scavi di emergenza, effettuati in occasione di lavori di edilizia privata con la direzione della competente Soprintendenza, intende rendere partecipe tutta la cittadinanza dell'importanza di un lavoro capillare di tutela del territorio. Viene quindi esposto il contesto di abitato di via Mercato Vecchio ricostruito grazie agli studi effettuati dagli archeologici dopo la conclusione del cantiere nel 2015, e da cui proviene un forno ad elementi separati (Grosso *et al.*, 2019). Al 2019 risale invece la messa in luce di una struttura di età romana (silos o cisterna per l'acqua?), ancora in corso di studio, ma che si è voluta portare in mostra proprio come aggiornamento sui "lavori in corso" in città. Anche se nato da esigenze edilizie, lo scavo della fucina/impianto industriale per la lavorazione del ferro di epoca romana rinvenuta in via Cima Mandria si è sviluppato come un caso esemplare

<sup>6</sup> Prestito temporaneo concesso dalla Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio del Friuli Venezia Giulia.

di collaborazione tra il Comune di Montebelluna, una fondazione bancaria, la Soprintendenza competente e l'Università di Padova, che ha seguito il cantiere e la documentazione e si è poi impegnata nella elaborazione e messa a sistema dei dati raccolti. Grazie al contributo dei tecnici del CNR-ISPC (Istituto per la Conservazione e Valorizzazione dei beni Culturali del Consiglio nazionale delle Ricerche) è stato possibile presentare le informazioni così raccolte nella forma immediata e coinvolgente della visita virtuale 3D, senza perdere in rigore scientifico (Busana *et al.*, c.s.). Per quel che riguarda la sfera funeraria, sia per il periodo dei Veneti antichi dell'Età del ferro che per quello romano, sono stati selezionati importanti corredi funerari dalla necropoli di Montebelluna Posmon, particolarmente significativi per illustrare gli aspetti antropologici, economici e sociali di questi gruppi umani (Gilli *et al.*, 2021, pp. 41, 55).

## Scienze

Fornire strumenti per la crescita di una cittadinanza scientifica e stimolare spunti di riflessione sugli sviluppi vertiginosi della ricerca scientifica e delle nuove tecnologie sono i presupposti su cui si è declinata la progettazione del percorso scientifico-naturalistico che ha trovato innumerevoli agganci alle tematiche dell'Agenda 2030.

Tale progettazione si è inoltre basata sul dialogo continuo con il nuovo percorso archeologico con il risultato di uniformare i criteri di scelta degli oggetti da esporre e di trattare alcune delle tematiche dell'Agenda 2030 fornendo al pubblico sia il punto di vista dell'archeologo che il punto di vista del naturalista.

Il criterio di scelta ha privilegiato reperti per la maggior parte di origine territoriale e/o nazionale e l'appartenenza a collezioni di nuova acquisizione o provenienti dai depositi naturalistici e finora mai presentati al pubblico. Trovano, dunque, spazio uccelli e mammiferi di provenienza veneta e del Nord Italia; modelli e esemplari di invertebrati marini (molluschi, crostacei, ascidie, ecc.) tipici dell'Alto Adriatico e raccolte per la maggior parte nei litorali veneti; i campioni fossili, mineralogici e petrografici esposti provengono da giacimenti italiani per raccontare storie di utilizzo di combustibili fossili e sfruttamento del territorio.

I pochi reperti esotici esposti sono di specie alloctone per parlare del fenomeno delle specie invasive e coralli e madrepora tropicali per accendere i riflettori sul fenomeno del *bleaching* e dell'acidificazione degli oceani.

Infine, si è voluto mantenere la sezione Cyborg della mostra “Sapiens. Da cacciatore a cyborg” che ha il compito di offrire spunti di riflessione su temati-



che di forte attualità quali l'ingegneria genetica, il significato dell'“essere” cyborg, l'Intelligenza Artificiale con brevi testi che si agganciano ai contenuti ed al percorso espositivo cronologico, illustrando lo stato dell'arte di alcune delle più recenti ricerche in questi ambiti.

## Sostenibilità

L'Agenda 2030 e l'Economia Circolare sono i riferimenti del tema “sostenibilità”, il più importante perché fornisce la cornice di senso al concept espositivo e al conseguente impianto educativo (fig. 2).



Figura 2  
Museo Civico di Montebelluna-spazio “Agenda sapiens 2030”. Sala concept

L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile è un programma d'azione sottoscritto nel 2015 da 193 Paesi membri dell'ONU che stabilisce 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile da raggiungere entro il 2030; tali obiettivi, comuni a tutti i paesi, sono rivolti a garantire un presente e un futuro migliore al nostro Pianeta e alle persone che lo abitano. In linea generale l'Agenda si collega naturalmente ai principi dell'Economia circolare, il modello di produzione e consumo che estende il ciclo di vita dei prodotti, contribuendo a ridurre i rifiuti al minimo. Una volta che il prodotto ha terminato la sua funzione, i materiali di cui è composto vengono reintrodotti, laddove possibile, nel ciclo economico, generando ulterio-

re valore. I principi dell'economia circolare contrastano con il tradizionale modello economico lineare: “estrarre, produrre, utilizzare e gettare”.

È importante sottolineare che non tutti i 17 obiettivi SDGs vengono trattati nello spazio “Agenda sapiens 2030”, ma ne sono stati selezionati solo quelli più attinenti alle finalità e ai filoni di ricerca perseguiti dal Museo Civico di Montebelluna in relazione alle proprie collezioni archeologiche e naturalistiche. Sono stati quindi individuati i seguenti 11 obiettivi SDGs: 3. Salute e benessere; 5. Parità di genere; 6. Acqua pulita e servizi igienico-sanitari; 7. Energia pulita e accessibile; 8. Lavoro dignitoso e crescita economica; 10. Ridurre le disuguaglianze; 11. Città e comunità sostenibili; 12. Consumo e produzione responsabili; 13. Lotta al cambiamento climatico; 14. Vita sott'acqua; 15. Vita sulla terra.

Una volta selezionati questi riferimenti tematici e concettuali, si è scelto di affrontarli mediante un approccio critico partendo da due semplici domande: “Quanto contano oggi i temi di sostenibilità trasversale in ambito ecologico, sociale ed economico previsti dall'Agenda 2030?” e “Quanto pratichiamo i principi dell'Economia circolare nel nostro quotidiano?”.

Ne è nato un progetto espositivo che prova a misurarsi con questi interrogativi, con la consapevolezza che i musei, da sempre in stretta relazione con enti e cittadini, possono contribuire alla conoscenza e al perseguimento dei 17 SDGs e integrarsi in modo attivo con le Agende urbane per lo Sviluppo locale.

### *Lo spazio museo-laboratorio “Agenda sapiens 2030”: il percorso espositivo*

L'impianto museologico e museografico prevede uno spazio fluido e in divenire che si adatta alle sempre nuove esigenze del pubblico e dei tempi; non solo uno spazio espositivo, ma un luogo inclusivo, di aggregazione e ristoro. Concetti e spazi possono venire ritirati sui bisogni dell'utenza. In ogni sezione l'Obiettivo SDGs viene spiegato con un'infografica che introduce la sezione stessa. A corredo dei reperti, il percorso espositivo presenta diorami, ricostruzioni e acquari con esemplari vivi; ogni sezione è completata da numerosi giochi ed exhibit interattivi che permettono al visitatore di sperimentare in autonomia.

Il percorso espositivo si sviluppa nelle 11 sezioni individuate dagli 11 Obiettivi SDGs selezionati:

**Sezione 0 – Prequel. Dal DNA alla stampante 3D.** Percorso introduttivo sull'evoluzione cognitiva e tecnologica di Homo sapiens.

**Sezione 1 – Obiettivo 13. Lotta al cambiamento climatico.** Modalità di sussistenza, tecnologia e arte del Paleolitico superiore in dialogo con la grande sfida di ridurre i combustibili fossili e le piccole sfide quotidiane del risparmio energetico. Il concetto di impronta ecologica e il questionario “Quanto sei sostenibile” fa riflettere il visitatore su quanto lo stile di vita del singolo possa influenzare lo stato di salute del pianeta.

**Sezione 2 – Obiettivo 11. Città e comunità sostenibili.** L’allestimento dedicato al sito palafitticolo neolitico del Palù di Livenza (Caneva – Polcenigo. PN) in dialogo con i progetti “Orti urbani e solidali” e “check-list dei grandi alberi” del Comune di Montebelluna.

**Sezione 3 – Obiettivo 14. Vita sott’acqua.** L’allestimento richiama all’importanza della conoscenza della biodiversità marina e all’importanza della collaborazione per ridurre l’impatto antropico sugli oceani (inquinamento e pesca). L’allestimento, corredato da un acquario mediterraneo, presenta un diorama dedicato alle prateria di Posidonia e giochi sulla degradazione dei rifiuti e sull’influenza negativa che le plastiche hanno sulla vita marina (fig. 3).



Figura 3  
Museo Civico di Montebelluna-spazio  
“Agenda sapiens 2030”. Obiettivo 14

**Sezione 4** – Obiettivo 12. Consumo e produzione responsabili. I reperti dell’abitato veneto antico di Montebelluna-Mercato Vecchio ci dicono che le teorie dell’Economia circolare non sono una grande novità (fig. 4).



Figura 4

Museo Civico di Montebelluna-spazio “Agenda sapiens 2030”. Obiettivo 12

**Sezione 5** – Obiettivo 10. Ridurre le disuguaglianze. All’Obiettivo 10 viene abbinata una tomba signorile di 2500 anni fa, riferibile alla Cultura dei Veneti antichi. Il notevole corredo funerario esposto presenta diversi indicatori di rango e ricchezza, simboli evidenti di una struttura sociale differenziata in senso verticale che si consolida proprio in quel periodo. Le istanze dell’Obiettivo 10 vengono rapportate alle origini di questo processo verso la disuguaglianza sociale, fondato sulla proprietà terriera e il controllo delle risorse economiche della comunità, da parte di poche famiglie dominanti (fig. 5).



Figura 5

Museo Civico di Montebelluna-spazio “Agenda sapiens 2030”. Obiettivo 10

**Sezione 6 – Obiettivo 5. Parità di genere.** Archeologia e scienze si integrano per stimolare nel visitatore una riflessione sulla parità di genere passando per la differenza tra i termini sesso e genere fino ad arrivare ad una storia di genere.

La sezione inizia con esemplari di specie a sessi separati e fissi (merlo), partenogenetiche (fasmidi), proterandriche (orata e pesce pagliaccio) ed ermafrodite (*Pecten* sp.). Tale vetrina ha lo scopo di evidenziare che l'estrema varietà di costumi sessuali nel mondo naturale ha significati prettamente adattativi laddove il dibattito sulle questioni di genere esuli dal piano prettamente scientifico ma sia di natura sociale, culturale ed etica.

L'abbinamento all'Obiettivo 5 di una grande tomba “di famiglia” di Età romana augustea, la tomba n. 304 dalla necropoli di Posmon, quasi tutta al femminile (si contano sette donne su due uomini), apre una finestra sul ruolo della donna nel passato e ai nostri giorni (fig. 6).



Figura 6

Museo Civico di Montebelluna-spazio “Agenda sapiens 2030”. Obiettivo 5

**Sezione 7 – Obiettivo 15. Vita sulla terra.** L'esposizione di collezioni zoologiche e botaniche, con specie autoctone e alloctone, parla di contrasto alla perdita di biodiversità e degrado ambientale e dell'importanza di nuove forme di gestione ambientale sostenibile secondo i principi dell'economia circolare. L'esposizione presenta una ricca serie di uccelli in Lista Rossa, scatole entomologiche con insetti locali ed europei presenti in Direttiva Habitat. Il gambero killer, ospitato in una vasca, esemplifica il problema delle specie invasive, mentre un acquario con un axolotl racconta la problematica della tutela delle specie CITES a rischio estinzione in natura (fig. 7).





Figura 7

Museo Civico di Montebelluna-spazio “Agenda sapiens 2030”. Obiettivo 15

**Sezione 8 – Obiettivo 6. *Acqua pulita e servizi igienico-sanitari.*** Cisterne, pozzi e tubature di età romana a Montebelluna focalizzano l’attenzione sulla gestione dell’acqua in un contesto urbano.

**Sezione 9 – Obiettivo 8. *Lavoro dignitoso e crescita economica.*** Due importanti contesti produttivi di età romana, la villa rustica di Mercato Vecchio-Fondo Amistani e la fucina romana di Posmon, introducono i temi dell’Obiettivo 8.

**Sezione 10 – Obiettivo 3. *Salute e benessere.*** La lotta ai parassiti e l’importanza di una corretta alimentazione. Questa sezione ospita una piccola collezione di platelminti e nematodi umani e un gioco sulla piramide alimentare mediterranea.

**Sezione 11 – Obiettivo 7. *Energia pulita e accessibile.*** L’Obiettivo 7 si aggancia alle tematiche della Sezione Cyborg della mostra “Sapiens. Da cacciatore a cyborg” in cui viene evidenziata la necessità e l’importanza dell’accesso all’energia e alla tecnologia per tutti.

### *Lo spazio museo-laboratorio “Agenda sapiens 2030”: il progetto educativo*

Lo spazio “Agenda sapiens 2030” è destinato principalmente ad una fruizione didattico-educativa da parte delle Scuole di ogni ordine e grado e di altre categorie di pubblico nel corso di attività programmate, oppure in autonomia per i visitatori del Museo, sempre però affiancati da un educatore o da un assistente di sala. L’esperienza maturata dal Museo Civico di Montebelluna in questi anni

nel campo della mediazione e dell'accessibilità, e anche nell'ambito dell'*audience development*, ha permesso di costruire codici di comunicazione differenziati e tarati sui visitatori (figg. 8 e 9). All'interno del percorso sono così previsti percorsi paralleli in relazione alle fasce d'età (età prescolare, scolare e adulti), con particolare attenzione anche alle categorie speciali di pubblico, con le quali da alcuni anni il museo lavora stabilmente, quali persone con disabilità e terza età.



Figura 8  
Museo Civico di Montebelluna-  
spazio “Agenda sapiens 2030”.  
Attività educative: Festa del papà



Figura 9  
Museo Civico di Montebelluna-  
spazio “Agenda sapiens 2030”.  
Attività educative: Festa della donna

Per quel che riguarda l'utenza scolastica, lo spazio può essere fruito dalle scuole di ogni ordine e grado e da gruppi organizzati, per i quali è prevista un'offerta educativa che prevede percorsi emozionali, visite guidate partecipate, laboratori e animazioni; oppure nella modalità “Museo fai da te”, vale a dire uno spazio ricco di stimoli per lo svolgimento delle lezioni di scienze, storia antica ed educazione civica.

Sono disponibili anche delle progettazioni didattico-educative specifiche, con contenuti e attività declinati in modo diversificato a seconda del grado scolastico, prevedono 1h di visita interattiva e 1h di laboratorio di approfondimento sui diversi temi dei SDGs basato sull’approccio IBSE, giochi di coinvolgimento, video e simulazioni al computer e l’immancabile ausilio dei reperti di collezione.

### Bibliografia

- Aa. Vv. (2012), *Carta geomorfologica e archeologica del Comune di Montebelluna. Il Progetto Archeogeo*, Caselle di Sommacampagna (VR), Museo di Storia Naturale e Archeologia.
- Celi M. (a cura di) (2011), *Bilancio sociale 2007-2010*, Montebelluna (TV), Museo di Storia Naturale e Archeologia.
- Busana S., Francisci D., Demetrescu E. (in corso di stampa), *Una fucina romana a Montebelluna (Treviso), loc. Posmon. Dallo scavo alla ricostruzione virtuale*, in Gilli E., Prosdocimi B. (a cura di), *Archeologia del territorio a Montebelluna. Atti della Giornata di studi - 31 marzo 2021*, Montebelluna (TV), Museo di Storia Naturale e Archeologia.
- Conard N.J., Malina M., Munzel S.C. (2009), *I nuovi flauti documentano la prima tradizione musicale nella Germania sudoccidentale*, «Natura», vol. 460, pp. 737-740.
- Gilli E., Lazzarato E., Prosdocimi B., Vaccari G. (2021), *Sapiens, da cacciatore a cyborg. Archeologia di un territorio e visioni dal passato*, Godega di Sant’Urbano (TV), Museo di Storia Naturale e Archeologia.
- Grosso V., Tasca G., Vinazza M. (2019), *Forni a elementi mobili dal caput Adriae*, «IpoTESI di Preistoria», 12 (1), pp. 275-300.
- Micheli R. (2017), *Il Palù di Livenza e le palafitte del sito UNESCO: nuovi studi e ricerche*, Maniago (PN), Associazione Lis Aganis («Pagine dell’ecomuseo. Percorso acqua 17»).
- Pilastro A. (2007), *Sesso ed evoluzione. La straordinaria storia evolutiva della riproduzione sessuale*, Milano, Bompiani.

### Sitografia

<http://www.iucn.it/liste-rosse-italiane.php>  
<https://cites.org/eng>  
<https://www.isprambiente.gov.it/it>





# Acli toscane al futuro: una riflessione sui giovani NEET in Toscana

*Grazia Ambrosino*

Presidente Cooperativa e Impresa sociale Aforisma, Pisa

Le Acli (Associazione cristiane lavoratori italiani) toscane all'indomani del 26° Congresso nazionale 2021, incentrato sul tema delle disuguaglianze, amplificate e ritracciate come ferite aperte dalla pandemia, si sono interrogate sugli strumenti per sostenere il riscatto socio-lavorativo in particolare dei giovani, attraverso un lavoro incessante su educazione, cultura, life-long learning. Le riflessioni che proponiamo sono frutto di un contatto pluriennale con il target di riferimento, NEET, e di un pensiero condiviso a livello nazionale nell'ambito delle strutture ENAIP (Ente Acli Istruzione Professionale) e Forma (associazione degli enti nazionali di formazione professionale), ma anche di una osservazione territoriale orientata sui servizi che accompagnano e accolgono la popolazione giovanile: CAG (Centri di Aggregazione Giovanile), case famiglia, IeFP (Istruzione e Formazione Professionale), servizi sociali.

## *NEET – fasce di età e comportamenti*

All'interno dell'universo di giovani, ragazze e ragazzi, che viene definito come NEET (Neither in Employment or in Education or Training) o anche "Not (engaged) in Education, Employment or Training"<sup>1</sup>, si inscrivono fasce anagrafiche diverse, che tuttavia presentano identico comportamento di passività verso la progettualità nello studio, nel lavoro e nella formazione.

Il termine è stato usato per la prima volta nel luglio 1999 in un report della Social Exclusion Unit del governo del Regno Unito, come termine di classificazione per una particolare fascia di popolazione di età compresa tra i 16 e i 24 anni. In seguito, l'utilizzo del termine si è diffuso in altri contesti nazionali, a volte con lievi modifiche della fascia di riferimento: in Italia, ad esempio, l'utilizzo di NEET come indicatore

<sup>1</sup> Definizione Glossario Eurostat; definizione secondo lo IATE (Inter Active Terminology for Europe), banca dati.

statistico si riferisce, in particolare, a una fascia anagrafica più ampia, la cui età è compresa tra i 15 e i 29 anni, anche se in alcuni usi viene ampliato per i giovani fino a 35 anni, se ancora coabitanti con i genitori.

La ricerca che le Acli Toscane hanno lanciato, comprendeva l'intervallo 15-29, ma le risultanze in termini di risposta hanno coperto dai 15 ai 35 anni.

### *Profilo psicologico dei giovani NEET*

Si tratta di una popolazione altamente eterogenea, all'interno della quale rientrano giovani convenzionalmente definiti disoccupati, giovani alla ricerca di opportunità di impiego, individui impossibilitati al lavoro a causa di disabilità psico-fisiche, persone che si trovano in situazioni di marginalità sociale o giovani che semplicemente sono disinteressati a costruire la propria carriera professionale. *Per questo i NEET sono una categoria a rischio di esclusione sociale, di povertà e di psicopatologia.* La condizione di NEET è un evento complesso che rimanda ad una causalità multifattoriale: fattori familiari, fattori di background culturale (inteso come livello di istruzione e professione dei genitori, che di fatto influenzano le scelte formative e professionali dei figli, ma include anche le strategie e l'atteggiamento mentale con cui i giovani affrontano la costruzione della propria carriera), la presenza o meno di precedenti esperienze fallimentari nella formazione e/o nel mondo del lavoro che possano aver inciso sulla rappresentazione di sé e della propria carriera in un'ottica di disinvestimento, fattori economici, fattori di rischio collegati a psicopatologie diagnosticate nell'infanzia (in particolare Disturbo da deficit di attenzione e iperattività, Disturbo della condotta, Ansia, Depressione e forme di Disadattamento sociale o scolastico). Spesso si è di fronte a giovani disimpegnati da lungo tempo e sostenuti economicamente dalle proprie famiglie di origine; giovani indecisi o semplicemente insoddisfatti circa le opportunità offerte dal mercato e più vulnerabili all'instabilità economica; giovani in transizione, in attesa di essere reimpiegati nella formazione o nel mercato del lavoro, a breve tempo. Numerosi studi hanno tentato di identificare specifici cluster di giovani NEET, al fine di studiarne meglio le caratteristiche e proporre di conseguenza interventi a supporto. Questi studi sono partiti dall'evidenza secondo la quale i NEET non sono un gruppo omogeneo; al contrario, seppure caratterizzati da comportamenti simili, le caratteristiche all'origine di tale fenomeno possono essere molto diverse tra di loro. Spielhofer distingue tre cluster:

1. NEET *sustained*, giovani passivi e disimpegnati, che non intendono investire nella pianificazione del proprio futuro perché supportati economicamente dalla famiglia e dunque scarsamente motivati ad attivarsi per il proprio futuro;
2. NEET *aperti all'apprendimento*, ma spaventati da uno scenario del mercato del lavoro turbolento e fortemente instabile;
3. NEET *indecisi*, giovani passivi perché non riescono a identificare specifici obiettivi e strategie professionali.

Un altro studio condotto in Italia ha evidenziato due raggruppamenti:

1. NEET *disimpegnati*, con un capitale psicologico più alto, con un forte orientamento a lavori che rispecchino il proprio talento e con una percezione del mercato del lavoro meno incerta, complessa e stressante;
2. NEET *rassegnati*, con un capitale psicologico più basso, maggiormente orientati alla sicurezza del lavoro e con una percezione del mercato del lavoro più incerta, stressante e complessa.

### *NEET in Italia: qualche numero*

In una ricerca del 2019 di UNICEF<sup>2</sup> in Italia c'erano giovani inattivi (NEET) nella fascia d'età 15-29 anni pari a 2.116.000, rappresentando il 23,4% del totale dei giovani della stessa età presenti sul territorio.

Il 47% dei giovani inattivi nella fascia di età considerata ha un'età compresa tra i 25 e i 29 anni, il 38% ha 20-24 anni e il restante 15% è di età compresa tra 15 e 19 anni. La maggior parte dei NEET italiani ha conseguito un diploma di scuola secondaria superiore (49%), mentre il 40% ha livelli di istruzione più bassi. A destare impressione è l'11% di giovani totalmente inattivi laureati. Il 14,5% dei giovani NEET sono stranieri. I NEET rappresentano il 15,5% dei giovani di età 15-29 anni nel Nord Italia, il 19,5% al Centro e nel Sud addirittura il 34%. Il 41% dei NEET risulta in cerca di prima occupazione, il 19,5% si definisce indisponibile (per i tre quarti dei casi si tratta di donne impegnate in attività accuditive o di maternità, in larga parte straniere); mentre il 25% è definito in cerca di opportunità (in maggioranza maschi; alta la quota degli under 20), e il 14,5% sono classificati come disimpegnati.

<sup>2</sup> <https://www.unicef.it/media/neet-giovani-inattivi-record-europeo-per-italia>, *Il silenzio dei NEET, Giovani in bilico tra desiderio e rinuncia*, Ricerca UNICEF - Dipartimento per le Politiche Giovanili ed il Servizio Civile Universale, 10 ottobre 2019.

In conclusione il target rispetto al parametro dell'età anagrafica è molto frastagliato e subisce ulteriori differenziazioni se si vanno ad analizzare i target di riferimento dei CAG, spazi liberi indirizzati ai 12/25enni dove per alcuni pomeriggi alla settimana si possono svolgere attività ludiche, culturali.

### *Indagine di Acli Toscane*

Le Acli Toscane aprendo una riflessione incentrata sul lavoro dei giovani NEET hanno avviato la ricerca per discernere quali siano gli strumenti necessari per sostenere il riscatto socio-lavorativo, di giovani e donne, oltre a una riflessione competente sulle politiche attive del lavoro, ed anche una analisi sui numeri del fenomeno NEET in Toscana. La ricerca è stata rivolta agli operatori sociali che nel lavoro e nel volontariato intercettano giovani donne e giovani uomini, i loro bisogni, le loro difficoltà. Non ha la pretesa di essere conclusiva né definitiva ma offre uno spaccato su un numero importante di giovani intercettati da assistenti sociali, educatori, insegnanti, volontari che dedicano la loro competenza e attenzione ai giovani. L'indagine sociale è stata svolta tramite la didateca digitale on-line <https://www.aforismafad.it/didateca/mod/feedback/view.php?id=73>.

Di seguito alcuni dati emersi dalla ricerca:

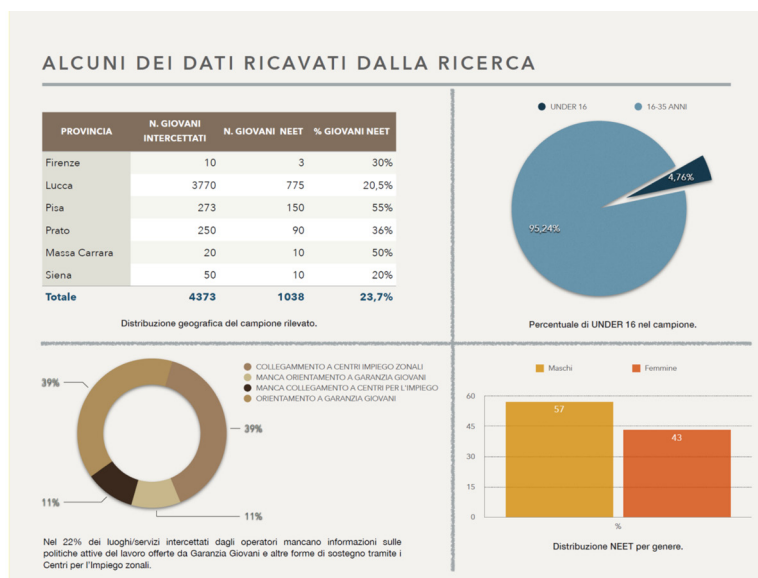


Figura 1

La percentuale di NEET sul campione analizzato dalle Acli in Toscana nel 2020 è di 23,7 e trova un riscontro quasi coincidente alla percentuale rilevata dall'UNICEF nel 2019 a livello nazionale ovvero il 23,4% sul totale dei giovani italiani. Su un campione di 4373 giovani intercettati da operatori, l'età anagrafica è compresa tra 14 e 35 anni, e di questi 208 hanno meno di 16 anni.

Nel 22% dei luoghi/servizi intercettati dagli operatori mancano informazioni sulle politiche attive del lavoro offerte da Garanzia Giovani e altre forme di sostegno tramite i Centri Impiego zonali.

### *Differenziali lavorativi di genere*

Nella ricerca UNICEF il 19,5% dei giovani NEET si definisce indisponibile, di questi i tre quarti dei casi, ovvero il 14.6%, si tratta di donne impegnate in attività accuditive o di maternità, in larga parte straniere. Questo l'unico taglio analitico di genere che svela, tuttavia, un differenziale culturale importante. La letteratura e le ricerche sul gender gap in ambito lavorativo, svelano una rappresentazione dei differenziali lavorativi di genere legati soprattutto alla cultura. In Italia il 71% degli uomini italiani e il 63% delle donne è d'accordo con l'affermazione "un lavoro è importante, ma quello che le donne vogliono veramente è una casa e dei figli". La risposta a questa domanda svela un'Italia profondamente arretrata da un punto di vista culturale<sup>3</sup>. All'interno del tema dei NEET si riproduce un differenziale culturale di genere che incide fortemente sul mercato del lavoro e vede la distribuzione dei ruoli di cura e assistenza dell'infanzia e degli anziani spostata in maniera maggioritaria sulle donne. Ciò produce oltre che una discriminazione statistica generalizzata che considera le lavoratrici donne meno affidabili rispetto ai tempi da dedicare al lavoro e alle responsabilità, anche una convinzione soggettiva e condizionamenti culturali e sociali che inibiscono l'autoaffermazione delle giovani donne. Da un punto di vista culturale sarebbe necessario trasmettere a giovani donne e uomini una nuova cultura dei compiti familiari "nella quale i ruoli e i doveri dell'uomo e della donna" non siano così esasperati e marcati, ma consentano una sinergia nell'accudimento dei figli, ad esempio. Se a livello di public policy è necessario, come ben sappiamo, lavorare sui congedi parentali e sul sistema di welfare, nelle sedi formative sono necessarie misure culturalmente determinate che, attraverso

<sup>3</sup> P. Profeta, *Donne al lavoro, la lunga marcia dell'altra metà del cielo*, in Passerini (2020).

linguaggi multicanale, promuovano l'attenuazione degli stigmi riferibili a donne e uomini.

### *Minori in detenzione: un caso specifico*

L'USSM (Ufficio di Servizio Sociale per Minorenni) è un servizio della Giustizia Minorile. Grazie agli assistenti sociali dell'USSM abbiamo realizzato un focus anche su un campione di ragazzi e ragazze minorenni che in seguito a denuncia devono affrontare delle misure cautelari. Anche all'interno di questo target sono presenti giovani che vengono individuati da educatori e assistenti sociali come NEET. Il territorio di riferimento in questo caso è l'intera Toscana, e il campione di riferimento è di circa 450 ragazzi e ragazze, il range di età varia dai 14 fino ai 25 anni. *Il campione esaminato comprende 450 giovani ragazze e ragazzi, di questi il 20% sono stati identificati come NEET (180), all'interno di questo campione il 20% sono di genere femminile (36).*

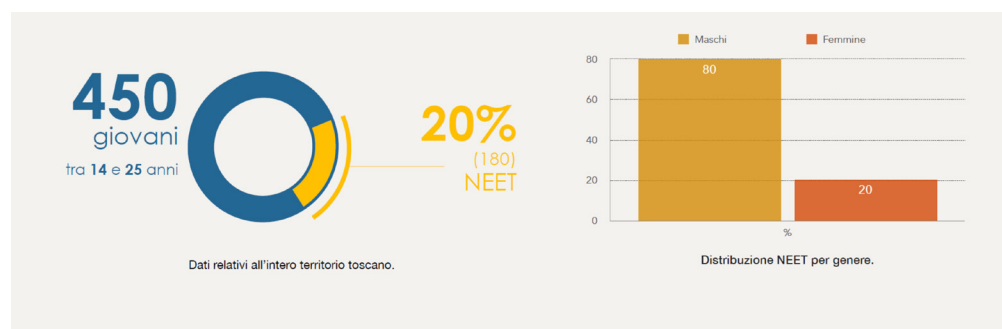


Figura 2  
Analisi del campione dei minori in detenzione in Toscana

Del campione generale i giovani che devono scontare pene con misure di comunità (come affidamento in prova al Servizio sociale o detenzione domiciliare) sono meno del 10%; la maggior parte dei ragazzi in carico svolge programmi di “messa alla prova” attraverso i quali accompagnarli verso un cambiamento e motivarli all’impegno. La maggior parte dei giovani in condizione NEET viene “messo alla prova”.



### *Le attuali tendenze riparative*

Rispetto alle pene e in particolare nei confronti dei minori negli ultimi vent'anni, si assiste a mutamenti nella filosofia dell'intervento all'interno del sistema penale. Emerge infatti in maniera compiuta, la necessità di attuare il diritto fondamentale all'educazione. L'obiettivo non più della pena ma della misura riparativa è di aiutare lo sviluppo della personalità del ragazzo, affrontando e risolvendo i suoi problemi non con la segregazione, ma con il coinvolgimento di tutti coloro che fanno parte della rete di relazioni del soggetto.

### *Sezione proposte*

#### Azioni preventive: laboratori urbani di partecipazione LUP

I CAG, centri di aggregazione giovanile, già presenti da tempo sul nostro territorio, per loro vocazione, possono svolgere un ruolo centrale nell'ingaggio di giovani in condizione NEET. I CAG sono un punto di osservazione preferenziale, dal momento che accolgono anche target di giovani il cui disagio sociale ha inibito la progettualità futura e la possibilità da parte delle reti istituzionali di intercettarli soprattutto dopo la fuoriuscita dalla scuola. È necessario, come prima misura rafforzare i luoghi di partecipazione giovanili implementando la diffusione degli strumenti di Garanzia Giovani (orientamento, tirocini formativi, servizio civile, apprendistato di I e II livello)<sup>4</sup>; in secondo luogo sviluppare un upgrade dei CAG in LUP (Laboratori Urbani di Partecipazione)<sup>5</sup> – ovvero degli “spazi di ascolto e coinvolgimento in cui possono essere organizzate, con continuità e creatività, numerose attività di formazione e di progettazione partecipata”. A partire dai LUP, si potrebbero rappresentare laboratori che svilupperanno, a fianco della programmazione ludico-culturale, anche percorsi con colloqui psicologici orientativi personalizzati e di sostegno, ma soprattutto anche un'interazione proattiva dei giovani che, attraverso linguaggi ad essi consoni e riconosciuti, possano collaborare alla realizzazione delle stesse idee

<sup>4</sup> Il programma Garanzia Giovani è un'iniziativa europea nata dalla necessità di fronteggiare le difficoltà di inserimento lavorativo e la disoccupazione giovanile.

<sup>5</sup> NEET Equity (ID 189/Avviso Disagio) è un progetto selezionato dal Dipartimento per le Politiche Giovanili e il Servizio Civile Universale nell'ambito dell'Avviso “Prevenzione e contrasto al disagio giovanile”

per la ripartenza. Ad esempio, come previsto dal progetto di UNICEF<sup>6</sup> proporre degli elaborati in forma di storytelling fotografico, video, podcast, creazione grafiche per la riattivazione e ripartenza del territorio, attraverso l'interazione e la partecipazione anche di altri cittadini.

### Giovani a rischio dispersione scolastica

Per quanto riguarda le fasce di età 13/16 anni assistiamo a causa della pandemia, ad una situazione paradossale generata dalla scelta di non respingere nessun allievo delle scuole medie superiori. Tale decisione presa evidentemente come misura di risarcimento emergenziale per l'interruzione dei normali iter didattici in presenza e la sostituzione con la didattica a distanza, sta incrementando, aggravando e modificando quella che normalmente viene definita la *dispersione implicita* (fenomeno normalmente rappresentato dagli studenti che, pur non essendo dispersi in senso esplicito, finita la scuola non hanno le competenze necessarie per entrare nel mondo del lavoro o dell'Università) ma che in tempo di Covid si arricchisce tristemente di un altro significato legato al fenomeno del restare formalmente iscritti a scuola ma dispersi silenziosamente non frequentando la DAD. Una ricerca attuale di Save the Children e IPSOS (*I giovani al tempo del Coronavirus*) indica che almeno 34.000 studenti delle scuole superiori, a causa delle assenze prolungate, potrebbero trovarsi a rischio dispersione, emerge inoltre che il 28% degli studenti durante il primo lockdown ha visto un proprio compagno o compagna abbandonare la DAD mentre il 7% segnala di averne visti abbandonare almeno 3. Questa situazione ha generato una *dispersione scolastica sommersa* che inciderà pesantemente sul destino educativo e lavorativo di molti giovani, sia italiani sia stranieri. Per i giovani che a partire dai 13 anni, non possiedono un titolo secondario superiore, i quali rischiano la dispersione e in seconda battuta l'entrata nel mondo dei NEET, è previsto l'accesso nell'*Apprendistato Formativo di I° livello dei percorsi triennali di IeFP* per il conseguimento della qualifica professionale, in relazione alle competenze possedute.

### Giovani disoccupati NEET 16-18 anni, con/senza obbligo scolastico o con diploma di scuola media superiore

Per questo target che spesso, dopo il diploma, cade nella "zona grigia" e si scoraggia non cercando più attivamente il lavoro sono necessarie riflessioni

<sup>6</sup> *Il silenzio dei NEET, Giovani in bilico tra desiderio e rinuncia* cit.

condivise che coinvolgano i luoghi di ritrovo informale, ludico-ricreativo (detti appunto LUP) sopracitati.”<sup>7</sup>

Spesso per i soggetti svantaggiati o comunque ritenuti fragili da un punto di vista contrattuale, si ricorre a offerta formativa semplice, breve, e seppure non di scarso livello, un’offerta che non va a definire cluster di competenze specifiche e definite che permettano agli allievi un inserimento serio e mirato in un indotto produttivo. Il rischio frequente è quello di cadere in un *slow skills equilibrium*, ovvero un ribasso nella trasmissione delle competenze, con la conseguenza di ipotecare il futuro dei giovani non offrendo loro una formazione all’altezza dei grandi cambiamenti culturali che sono in atto: transizione verde, transizione digitale. Anche in questo caso, ancora prima di parlare di strumenti pedagogici, dobbiamo intervenire su strumenti sociali e strategici che ci permettano di raggiungere i livelli “esistenziali” dei giovani in condizione NEET. Tra questi anche per i *minori italiani o stranieri non accompagnati senza titolo di studio*, che non possono dimostrare di aver assolto l’obbligo scolastico – o perché non hanno portato a termine i 10 anni di scuola dell’obbligo con scrutinio, o perché non riescono a produrre evidenze documentali del loro percorso scolastico. Sarebbe necessario a partire dalla Regione Toscana, *reinventare una presa in carico* da parte della filiera educativa che consenta una ridefinizione dei modelli comportamentali e un percorso qualificante ad alta possibilità di accesso – elasticità nei vincoli burocratici – possibilmente triennale in parallelismo con lo strumento degli IeFP triennali.

#### Giovani da 18 anni a 29 con diploma di istruzione secondaria

Per i giovani NEET con diploma di istruzione secondaria fatta salva la presa in carico da un punto di vista sociale di cui sopra, è condivisibile la soluzione contenuta nel Piano di straordinario per la competitività e l’Occupazione del 2020 di Forma:

Si prevede l’accesso a percorsi di apprendistato duale di terzo livello per il conseguimento di un diploma ITS (Istruzione Tecnica Superiore) quale ulteriore titolo di specializzazione rispetto al diploma per un più facile accesso al mercato del lavoro, in termini di miglioramento dell’occupabilità.

Lo strumento formativo degli ITS, -formazione terziaria professionalizzante non universitaria- può davvero rappresentare una facilitazione per giovani

<sup>7</sup>Ivi.

NEET post diploma, fornendo una formazione non al ribasso ma di alta qualità per l'accesso al mondo del lavoro.

NEET adulti senza titolo di studio dai 18 ai 29 anni

Considerato uno dei più vulnerabili all'interno della declinazione del gruppo NEET, questo segmento necessita di essere avvicinato con specifiche azioni di ripristino del dialogo e della fiducia, di interventi volti all'avvicinamento al mercato del lavoro e alle esigenze del sistema impresa, specifici per ogni sistema economico locale, senza escludere misure di incentivo alla mobilità interregionale. Come previsto dal Piano straordinario per la competitività e l'occupazione edito da Forma, si potrebbe offrire a questo target un anno di contratto di *apprendistato formativo accompagnato da una forte azione di infrastrutturazione della filiera formativa professionalizzante*. L'apprendistato formativo dovrà necessariamente essere esteso da un punto di vista dei requisiti di età (fino a 29 anni). L'apprendistato formativo potrebbe risultare particolarmente adatto a questo segmento dal momento che i percorsi di apprendimento sono tagliati sulla persona, individuali e con vari gradi di flessibilità.

### *Conclusioni*

Le conclusioni di questa breve disamina, costituiscono un piccolo segmento di riflessione sulle politiche educative nella fase postpandemica, e uno spunto da condividere e allargare con istituzioni e reti private. Se è vero che il Covid-19 ha inasprito alcuni dei processi disfunzionali del nostro Paese, è anche vero che tali problemi esistevano già e non si dava loro la necessaria attenzione e importanza. *Le povertà educative* sono uno di questi temi problematici. Figlie di povertà economiche ma anche generatrici a loro volta di processi di impoverimento culturale, come analfabetismo funzionale e NEET, le povertà educative sono al centro di un circolo vizioso che genera un incrocio domanda/offerta lavorativa disfunzionale e conseguentemente disoccupazione giovanile. La soluzione, o meglio le soluzioni che si potrebbero attivare sono diversificate a seconda dei territori italiani – si pensi alla differenza dei fenomeni sociali tra nord e sud, ma anche alla complessità di comportamento all'interno di uno stesso target come i NEET. Sicuramente sarebbe necessario un raccordo tra interventi integrati di sostegno sociale e interventi di educazione trasformativa che a diverse fasce di età e situazioni esistenziali differenti possano dare una risposta in termini di presa in

carico ovvero di “prenderci cura di”. A livello nazionale sarebbe necessaria una attenzione maggiore in termini di investimento, ma a livello locale sono necessari meccanismi elastici e progettuali difficilmente esemplificabili in termini di una unica public policy modellizzata e standardizzata; sarebbe necessario operare a livello locale con reti di collaborazione pubbliche e private, nelle periferie delle grandi città così come nei borghi isolati in via di spopolamento. Se nei moderni processi di produzione sostenibile ed ecologica si valorizza la filiera corta è altrettanto necessario ri-coinvolgere i giovani in relazioni di prossimità attivate tramite reti di politiche corte, generate direttamente sui territori.

### *Bibliografia e sitografia*

- Camardella D., Manuti A., Giancaspro M. (2017), *Verso un modello psicologico di career management nella condizione “Not in Employment, nor in Education or Training”: uno studio esplorativo sui NEET*, «Counseling Giornale di Ricerca e Applicazioni», vol. 10, n. 1.
- Forma, *Piano straordinario per la competitività e l'occupazione (testo integrale) Formazione+Lavoro per il ri-lancio del Paese*.
- Iacci P., Rotondi F. (2020), *Generazione Z e lavoro – Vademecum per le imprese e i giovani*, Milano, FrancoAngeli.
- Passerini W. (a cura di) (2020), *Basta chiacchiere! Un nuovo mondo del lavoro*, Milano, FrancoAngeli.
- Spielhofer T., Marson-Smith H., Evans K. (2009). *Non-formal learning: Good practice in re-engaging young people who are NEET*, <http://hdl.voced.edu.au/10707/133663>.
- Spielhofer T.S. et al. (2009), *Increasing participation: Understanding young people who do not participate in education or training at 16 and 17*, National Foundation for Educational Research, Research Report No DCSF-RR072, <http://dera.ioe.ac.uk/11328/1/DCSF-RR072.pdf>.
- UNICEF, Dipartimento per le Politiche Giovanili ed il Servizio Civile Universale (2019), *Il silenzio dei NEET, Giovani in bilico tra desiderio e rinuncia*, <https://www.unicef.it/media/neet-giovani-inattivi-record-europeo-per-italia>.



# Comunicare la ricerca ambientale e climatica attraverso le biografie di “scienziate visionarie”

Cristina Mangia<sup>a</sup>, Sabrina Presto<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (CNR-ISAC), Lecce

<sup>b</sup> Istituto di Chimica della Materia Condensata e di Tecnologie per l'Energia (CNR-ICMATE), Genova

La complessità della crisi climatica e ambientale evidenzia quanto siano necessari nuovi approcci di indagine scientifica e di comunicazione della scienza. Le biografie scientifiche sono uno strumento utile sia per mettere in evidenza le prassi dell'indagine scientifica, che per aumentare la consapevolezza dell'urgenza di agire nelle sfide attuali.

Questo contributo presenta il progetto di comunicazione “Scienziate visionarie”, nato dalla collaborazione tra ricercatrici del CNR e l'Associazione Donne e Scienza. Si concentra sulla narrazione di biografie, approfondendone il percorso scientifico a partire dall'individuazione delle domande di ricerca passando attraverso le metodologie utilizzate sino alla comunicazione delle implicazioni socio-ambientali dei risultati ottenuti. L'obiettivo è duplice. Il primo è stimolare giovani donne verso corsi scientifici rendendole consapevoli di quanto sia importante l'allargamento delle comunità scientifiche a diversi punti di vista, in particolare su temi che intrecciano aspetti scientifici e sociali. Il secondo è aumentare la consapevolezza delle criticità ambientali sulle quali occorre agire anche dall'interno della scienza.

Le prime biografie oggetto di comunicazione in alcuni seminari riguardano Donella Meadows coautrice del libro *The Limits to Growth* e Alice Hamilton tossicologa industriale, riferimento per la medicina occupazionale americana. L'attività è inoltre stata proposta al Festival della Scienza di Genova, edizione 2022.

## 1. Introduzione

L'inquinamento atmosferico e i cambiamenti climatici rappresentano due tra le maggiori emergenze ambientali del secolo: si stima che l'inquinamento atmosferico causi 7 milioni di morti all'anno e che, senza azioni di contenimento, l'esposizione



ad inquinanti possa diventare nel 2050 la prima causa ambientale di morte (WHO, 2021). Sul piano climatico, gli ultimi rapporti dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) avvertono che “con un riscaldamento globale di 1,5°C nei prossimi due decenni, il mondo affronterà molteplici rischi climatici inevitabili, con pericolosi e diffusi sconvolgimenti nella natura e che incideranno sulla vita di miliardi di persone in tutto il mondo” e indicano una serie di azioni legate alla riduzione delle emissioni, alla trasformazione dell'agricoltura e alla deforestazione per mettere al sicuro il futuro del pianeta e dell'umanità (IPCC, 2022).

Sebbene le due emergenze agiscano su differenti ordini di grandezza spazio-temporali, entrambe sono figlie dello stesso modello economico e di sviluppo e pongono questioni di giustizia ambientale: i rischi e gli impatti si distribuiscono in modo diseguale tra vari paesi, tra varie comunità e all'interno della stessa comunità sulla base di caratteristiche sociali come il reddito, lo stato sociale, l'occupazione, il genere e l'età (Mangia *et al.*, 2021).

Rispetto alle crisi ambientali, la maggioranza delle persone ha interiorizzato un senso di impotenza legato alla sensazione che la situazione sia troppo complessa per poter fare qualcosa per risolverla. Ma, sostiene Christiana Figueres, la diplomatica che è stata capace di portare all'accordo di Parigi nella Cop21, è invece necessario cambiare atteggiamento mentale e far sì che ciascuno/a di noi dalla propria posizione, anche professionale, possa immaginare un futuro diverso, coltivi la sua visione costruttiva per il futuro e rivolga l'attenzione agli sforzi che si possono fare per cambiare direzione, pur consapevoli delle difficoltà e delle incertezze (Figueres, Rivett Carnac, 2021). Se questa necessità è ben compresa dai movimenti ambientalisti, caratterizzati, inoltre, da una grande presenza femminile (Noth, Tonzer, 2022), essa rimane ancora ai margini in altri contesti. Così come, a differenza di quanto accade nei movimenti ambientalisti, rimangono ai margini le competenze e le voci delle donne anche all'interno dello stesso IPCC (Liverman *et al.*, 2021). Oltre a rappresentare un problema di equità, un numero crescente di studi rivela come prospettive diverse anche da un punto di vista di genere possano invece aumentare la qualità delle ricerche scientifiche e migliorare il processo decisionale, oltre che ispirare nuove generazioni di ricercatori e ricercatrici (Campbell *et al.*, 2013).

Tale panorama evidenzia la necessità di nuovi approcci nell'indagine scientifica e nella comunicazione della scienza.

Il progetto di comunicazione “Scienze visionarie” vuole rispondere a questa esigenza attraverso la narrazione di biografie di donne la cui visione, controcorrente per i tempi in cui hanno operato, suona oggi molto attuale.

Partendo dalle biografie, il progetto ne approfondisce il percorso scientifico a cominciare dall'individuazione delle domande di ricerca passando attraverso le metodologie utilizzate sino alla comunicazione delle implicazioni socio-ambientali dei risultati ottenuti.

## 2. Progetto di comunicazione *"Scienziate visionarie"*

"Scienziate visionarie" nasce nel 2020, da una collaborazione tra l'Associazione Donne e Scienza<sup>1</sup> e alcune ricercatrici del CNR con diversi obiettivi. Il primo è quello di stimolare giovani donne verso corsi scientifici, rendendole consapevoli di quanto sia importante l'allargamento delle comunità di ricerca a diversi punti di vista, in particolare su temi e sfide complesse come quelle ambientali. Il secondo è aumentare la consapevolezza delle criticità di tali temi, sui quali occorre agire anche dall'interno della scienza.

L'idea di base è non solo portare all'attenzione del pubblico biografie di scienziate meno note, ma evidenziarne la loro visione e il loro modo di fare comunicazione sui temi ambientali.

È ormai riconosciuto come le biografie di scienziate possano fungere da specchio importante per chi vuole intraprendere un percorso scientifico o si occupa di scienza (Govoni, 2006). Anche per questo motivo la produzione letteraria sulle biografie è aumentata negli ultimi anni. Tuttavia, molto spesso questi libri si concentrano solo su alcune scienziate del passato tra cui Marie Curie, Rosalind Franklin e Jocelyn Bell Burnell. Sebbene queste donne abbiano dato un contributo importante alla scienza, concentrarsi troppo sugli stessi nomi tende a consolidare il pensiero comune che la scienza sia un'attività di uomini, con occasionali presenze femminili. Secondo Naomi Oreskes, invece, la scienza è un'attività sociale: di fronte ad una determinata questione, gruppi di ricerca eterogenei ed inclusivi anche per il genere rispondono con un numero maggiore di prospettive rispetto ad un gruppo più omogeneo, fornendo una soluzione condivisa e più utile per tutta la collettività (Oreskes, 2021).

L'altro tema intersecato dal progetto è la comunicazione ambientale attraverso lo storytelling, potente strumento per comunicare messaggi e coinvolgere il pubblico. Un numero crescente di studi dimostra, infatti, quanto la narrazione catturi la fiducia del pubblico e aumenti la capacità e la volontà di chi

<sup>1</sup> [www.donnescienza.it](http://www.donnescienza.it)

ascolta di apprendere e agire. Le storie aiutano a creare un ponte tra *logos* e *pathos*; quando un pubblico diventa emotivamente ricettivo ai fatti, aumentano le probabilità che risponda e agisca sulla base delle conoscenze (Sundin, 2018): fatto importante nell'ottica di ridurre il senso di impotenza rispetto alla crisi ambientale e climatica

Il progetto partito nel 2020 non ha una scadenza prevista: la sua attualità e l'apporto alla società saranno valutati nel tempo.

Nella prima fase sono state individuate alcune biografie di donne che nel passato e nel presente hanno portato una loro visione innovativa nell'ambito delle scienze ambientali, che, anche se controcorrente, si è poi rivelata significativa sia per l'avanzamento della conoscenza nel settore specifico che per l'impatto che ha avuto sulla società.

Le biografie sono state già presentate in alcune occasioni: durante il Convegno “Donne Ricerca, Trasformazioni” dell'Associazione Donne e Scienza<sup>2</sup> organizzato presso l'Università di Modena il 21-22 gennaio 2022 e durante l'incontro “Donne che si ambientano. Le Donne e l'Ambiente: Atmosfere, Conversazioni, Scenari” organizzato dall'Università di Milano.



<sup>2</sup> <https://donnaescienza2022.nano.cnr.it/>.

L'attività futura prevede l'arricchimento del progetto con altre biografie e la rimodulazione della narrazione orale e scritta in base alle necessità e alle diverse occasioni di comunicazione che si presenteranno, anche in collaborazione con scuole di ogni ordine e grado, enti museali, festival scientifici, eventi divulgativi e associazioni sul territorio.

Punto di forza del progetto è proprio la possibilità di strutturare la narrazione in vista del pubblico e dei contesti in cui verrà riproposta.

Di seguito vengono riportate le prime due biografie da cui il progetto ha preso vita: Donella Meadows e Alice Hamilton.

### *3. Donella Meadows, la coscienza del limite e lo sviluppo sostenibile*

È il 1972: il mondo occidentale arriva da un periodo di intenso sviluppo industriale e la popolazione sta aumentando come mai prima. Mentre si ha la sensazione che lo sviluppo e il benessere possano essere illimitati, Donella Meadows, una laurea in biologia, un dottorato in biofisica e ricercatrice al MIT, diventa il cuore di quella che sarà una rivoluzione: con alcuni colleghi e in collaborazione col Club di Roma, realizza un modello di dinamica dei sistemi che simula le interazioni tra l'aumento della popolazione, la crescita industriale, la distribuzione delle risorse alimentari e agricole nel mondo, la disponibilità delle risorse non rinnovabili e l'inquinamento ambientale.



Dalla simulazione Meadows comprende che se la popolazione mondiale continua a crescere, insieme all'industrializzazione, all'inquinamento, alla richiesta alimentare, l'umanità dovrà fare i conti con i limiti delle risorse disponibili sul Pianeta. Il risultato più probabile sarà un calo improvviso e incontrollato sia della popolazione che della capacità industriale nei successivi cento anni.

Nonostante la gravità delle previsioni, il rapporto<sup>3</sup> lancia un messaggio ottimista enunciando che è possibile stabilire una condizione di stabilità ecologica ed economica che sia sostenibile anche nel futuro. Questo equilibrio globale prevede che i bisogni materiali di base di ogni persona siano soddisfatti e ogni persona abbia pari opportunità di realizzare il proprio potenziale umano individuale. Il rapporto, che poi diventa il libro *The Limits to Growth*<sup>4</sup>, è un grosso affronto per una società fondata sullo sfruttamento e la crescita del PIL. Alcuni scienziati, colleghi di Meadows, disapprovano spietatamente il testo, convinti che la scienza non si debba mescolare con l'azione e la politica. In poco tempo, però, il libro diviene il best seller più dibattuto in circolazione: ritenuto da molti un vero testamento dell'ambientalismo, è osteggiato da buona parte del mondo industriale e dagli attori del sistema economico fondato sullo sfruttamento e sulla crescita esponenziale. Alla I Conferenza dell'ONU sull'ambiente, a Stoccolma, i grandi del mondo ne discutono: non tutti sono d'accordo con la visione del libro, ma la dichiarazione di Stoccolma sancirà che la preoccupazione per lo stato di salute del pianeta è condivisa.

Negli Stati Uniti il libro diventa il contendere tra repubblicani e democratici: da una parte Carter dichiara che bisogna riconoscere che anche una grande nazione ha dei limiti. Dall'altra Reagan<sup>5</sup> sostiene che "non ci sono limiti alla crescita e al progresso umano quando gli uomini e le donne sono liberi". Eppure, per Donella Meadows, nata nell'Illinois, il 13 marzo 1941, limitare la crescita non è un messaggio pessimista. In uno dei suoi interventi<sup>6</sup> dichiara:

[Occorre] stimolare una visione consapevole del futuro sostenibile, che non vuol dire sacrificio e groviglio di regole [...] Che la crescita economica va perpetuata

<sup>3</sup> <https://www.clubofrome.org/wp-content/uploads/2022/02/CoR-TheMessageOfLtG.pdf>.

<sup>4</sup> <http://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf>.

<sup>5</sup> *Last Call: A Documentary Film About The Limits to Growth* (<https://www.vincenzovignieri.com/last-call-il-film-che-racconta-the-limits-to-growth-e-il-contributo-di-aurelio-peccei-alla-consapevolezza-ambientale/>).

<sup>6</sup> <https://donellameadows.org/donella-meadows-legacy/envisioning-a-sustainable-world/>.

è una visione del futuro molto astratta e stupida [...] l'unico motivo perché viene utilizzata come promessa elettorale è che non c'è nessuna visione alternativa.

Meadows non si ferma a studiare modelli ma parla alle persone e le incoraggia a immaginare il mondo che realmente vorrebbero.

L'obiettivo migliore della maggior parte di noi che lavorano nel campo della sostenibilità è evitare la catastrofe – dice in uno dei suoi discorsi –. Anche se le informazioni, i modelli e l'implementazione potrebbero essere perfetti in ogni modo, fino a che punto possono guidarci, se sappiamo da quale direzione vogliamo allontanarci ma non in quale direzione vogliamo andare? Abbiamo idea del mondo che pensiamo di poter raggiungere, o il mondo per cui siamo disposti ad accontentarci, ma non del mondo che vogliamo veramente.

Donella Meadows invece ha chiaro cosa voglia dire avere una visione di mondo sostenibile, e sostiene ancora:

Le nostre menti razionali ci dicono che un mondo sostenibile deve essere quello in cui le risorse rinnovabili vengono utilizzate non più velocemente di quanto si rigenerano; in cui l'inquinamento viene emesso non più velocemente di quanto possa essere riciclato o reso innocuo; in cui la popolazione è almeno stabile, magari decrescente; in cui i prezzi internalizzano tutti i costi reali; in cui non c'è fame né povertà; in cui esiste una democrazia vera e duratura.

Meadows è comunque una donna razionale e pratica non solo una intelligente visionaria e allora afferma:

La visione più grandiosa non andrà da nessuna parte senza un'adeguata informazione, modelli e implementazione (e risorse, lavoro, capitale, tempo e denaro). Ci sono grandi difficoltà in tutti questi passaggi di cambiamento sociale e molto lavoro da fare.

Oggi, a cinquant'anni esatti dall'uscita di *The Limits to Growth*, ci troviamo a dover pagare il prezzo di una transizione ecologica ormai inevitabile e le parole di Meadows sulla necessità di un nuovo modello economico e di sviluppo risuonano quanto mai sagge.

Una svolta ancora possibile? La vita di Meadows è la prova che il cambiamento è possibile sia nella vita che nel lavoro: fonda nel 1981 l'INRIC (International Network of Resource Information Centers, noto ora come Balaton Group), un centro che raccoglie un gruppo di analisti ed attivisti al fine di promuovere la gestione sostenibile delle risorse e lo sviluppo sostenibile.



Per lei gli scienziati non devono essere solo delle figure neutre che producono i dati, ma veri agenti del cambiamento e mostrare le storture del sistema: per 27 anni, vive in una fattoria biologica nel New Hampshire dove lavora direttamente sulla gestione sostenibile delle risorse. Nel 1999 si trasferisce nel Vermont e fonda un eco-villaggio, Cobb Hill, che sarà, anche, la sede del Sustainability Institute (noto oggi col nome di Academy for Systems Change), che riunisce, ancora oggi, la ricerca sui sistemi globali con la dimostrazione pratica di una vita sostenibile.

Dal 1985 Donella Meadows scrive una rubrica settimanale, chiamata “The Global Citizen”, in cui commenta gli eventi mondiali da un punto di vista sistemico. Tra il 1988 e il 1990 lavora per la televisione sviluppando la serie “Race to Save the Planet”. Scrive altri nove libri che parlano di problematiche ambientali, di sviluppo sostenibile e correlazione tra i problemi mondiali.

Meadows muore improvvisamente nel 2001, ma il suo pensiero vive ancora nel Donella Meadows Project<sup>7</sup>, un’organizzazione che fornisce un archivio completo e accessibile online del suo lavoro e che sviluppa nuove risorse e programmi per applicare le sue idee ai problemi attuali.

#### 4. Alice Hamilton e l’epidemiologia di strada<sup>8</sup>

*Hamilton & Hardy’s industrial toxicology* è ancora oggi uno dei testi più noti di tossicologia industriale negli Stati Uniti. La prima edizione è del 1934 a cura di Alice Hamilton. La seconda edizione, pubblicata nel 1949, è a cura di Alice Hamilton e Harriet L. Hardy. L’ultima edizione, del 2015, riporta le due scienziate nel titolo. In un periodo in cui poche donne avevano accesso al mondo accademico, due donne diventano un punto di riferimento in materia di salute sul lavoro e contribuiscono a dare uno status accademico formale alla disciplina.

Nata nel 1861 negli Stati Uniti, Alice Hamilton si laurea in medicina alla University of Michigan Medical School e completa la sua formazione in batteriologia in Germania. Nel 1896 accetta il suo primo incarico di docente di patologia alla Woman’s Medical School of Northwestern University di Chicago perché questo le consente di trasferirsi a Chicago ed andare a vivere ad Hull House, uno dei più famosi *social settlements* dell’epoca. Situati nei quartieri più deprivati e

<sup>7</sup> <https://donellameadows.org>.

<sup>8</sup> Il paragrafo è parzialmente estratto da C. Mangia, *Scienziate militanti. La camera blu*, «Rivista di storia di genere», n. 18, 2018, <http://www.serena.unina.it/index.php/camerablue/article/view/5701>.



disagiati della città, i *social settlements* sono luoghi dove per lo più donne educatrici, assistenti sociali, letterati e artisti risiedono condividendo spazi e attività con operai ed operaie, immigrati e immigrate del quartiere. È la vita ad Hull-House a spingere Alice Hamilton ad interessarsi sempre più alle malattie degli operai e delle operaie ed a fornirle l'imprinting per il suo approccio di "epidemiologa da strada". Nel 1910 ha il suo primo incarico ufficiale di Medicina del lavoro, come componente della commissione sulle malattie da lavoro promossa dal governatore dello stato dell'Illinois. Cerca le fabbriche, studia le varie fasi di produzione ed i processi tecnologici, le sostanze impiegate e quelle prodotte, la loro possibile tossicità. Consulta dati e registri ospedalieri. Si reca personalmente in fabbrica, visita i reparti, intervista direttamente i lavoratori e le lavoratrici. Cerca i casi di intossicazione negli ambulatori medici, nelle chiese, nelle farmacie dei quartieri dove risiedono gli operai. Consumando la "suola delle scarpe" registra casi, annota sintomi, diagnostica casi di avvelenamento, ricostruisce storie, compila registri, produce evidenze scientifiche sugli effetti nocivi legati all'esposizione al piombo, al monossido di carbonio, al benzene, al mercurio e a tante altre sostanze. Più che sofisticate analisi statistiche nel chiuso di un laboratorio, è proprio la sua *shoe leather epidemiology*, a consentirle di scoprire numerosi casi di intossicazione anche nell'ambito di settori meno noti in letteratura. Con l'evidenza dei fatti cerca di convincere personalmente gli imprenditori a migliorare le condizioni di lavoro degli operai, organizza campagne di informazione sulle malattie occupazionali nel tentativo di farle riconoscere come problema di salute pubblica, non solo a livello legislativo ma anche a livello di classe medica americana che continuava a disinteressarsi del tema ritenuto "socialista o di sentimentalismo femminile per i poveri" (Hamilton, 1945).



Gli anni della guerra dal 1915 al 1919 la vedono impegnata su due fronti. Da una parte, porta avanti il suo impegno pacifista internazionale insieme al movimento delle donne, dall'altra, sposta le sue indagini sul campo occupandosi delle sostanze tossiche utilizzate nelle fabbriche di esplosivi e di armi per la guerra. *È assurdo che uomini e donne debbano morire per produrre oggetti il cui fine è quello di uccidere altre persone*, racconta nella sua autobiografia (Hamilton, 1945). Nel 1919 riceve l'incarico di Medicina industriale alla Harvard Medical School. È la prima donna a ricevere un incarico di docenza in una facoltà che riservava il suo accesso solo agli uomini. Nel suo contratto con Harvard accetta di non frequentare il club degli uomini, ma pretende di insegnare solo un semestre in modo da poter continuare le sue indagini sul campo e ritornare ad Hull House nell'altra parte dell'anno.

Ad Harvard contribuisce notevolmente alla crescita del dipartimento, scrive testi di igiene industriale su cui studieranno generazioni di medici occupazionali. Accanto al lavoro accademico Hamilton porterà sempre avanti con grande determinazione la sua attività ad Hull House ed il suo impegno a livello internazionale insieme al movimento pacifista ed al movimento delle donne.

Nonostante l'accreditamento accademico della tossicologia industriale, nonostante l'implementazione di una legislazione in termini di condizioni di lavoro e leggi di compensazioni per gli operai grazie anche alle sue ricerche, Alice Hamilton riterrà sempre insufficienti i fondi destinati alla ricerca in materia di salute pubblica. La scienziata, considerata "la madre della medicina occupazionale", muore nel 1970 dopo aver attraversato grandi cambiamenti sociali e trasformazione dei luoghi di lavoro, ma fino alla fine rimarrà convinta che *i lavoratori e le lavoratrici sono cavie di laboratorio sui quali sperimentare gli effetti di nuove produzioni e di nuovi veleni* (Sicherman, Hamilton, 1989).

## 5. Considerazioni conclusive

La ricerca nel contesto climatico e ambientale richiede l'individuazione di nuovi approcci di indagine sul piano della conoscenza, della relazione con la società e della governance.

È necessario allargare la comunità di ricerca nelle visioni del mondo che si vuole vivere, nella definizione delle domande di ricerca, nelle metodologie di indagine, nella valutazione delle implicazioni dei risultati della ricerca. Come sottolineato dalle epistemologie femministe è solo ammettendo la parzialità dello sguardo sul mondo anche scientifico che si può pensare ad integrare più

prospettive (Oreskes, 2021). Anche il secondo volume (WG2) del VI Rapporto di Valutazione dell'IPCC riconosce ormai l'interdipendenza tra clima, biodiversità e persone e integra le scienze naturali, sociali ed economiche in modo più forte rispetto al passato (IPCC, 2022), in accordo con la strada indicata da Meadows.

Per questo motivo si ritiene che alcune visioni al femminile, reputate in passato controcorrente ma che suonano oggi invece molto attuali, possano fornire modelli, ispirare e autorizzare giovani donne e uomini fuori e dentro la scienza; possano contribuire a far emergere la complessità delle sfide e nuovi approcci di indagine che vadano oltre la separazione tra saperi disciplinari, che includano saperi trans-disciplinari e che portino anche ad un superamento dell'approccio tradizionale di distinzione tra "fatti" e "valori".

### Bibliografia

- Campbell L.G., Mehtani S., Dozier M.E., Rinehart J. (2013), *Gender-heterogeneous working groups produce higher quality science*, «PloS one», 8(10), e79147.
- Figueres C, Rivett-Carnac T. (2021), *Scegliere il futuro. Affrontare la crisi climatica con ostinato ottimismo*, Roma, Tlon edizioni.
- Govoni P., *Il genere allo specchio. Una rassegna su donne e scienza*, Simili R. (a cura di), *Scienza a due voci*, Firenze, Olschki, 2006, pp. 333-353.
- Hamilton A. (1945), *Exploring the Dangerous Trades. The Autobiography of Alice Hamilton*, MD, Read Books (ultima ed. 2007).
- IPCC (2022), <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>.
- Liverman D. et al. (2022), *Survey of Gender Bias in the IPCC*, «Nature», vol. 602.
- Mangia C., Cervino M., Portaluri M., Gianicolo E.A.L. (2017), *Ridurre l'inquinamento e le disuguaglianze sociali migliora la salute globale*, «Riflessioni sistemiche», vol. 17, pp. 207-220, [http://www.aiems.eu/files/mangia\\_-\\_n\\_17.pdf](http://www.aiems.eu/files/mangia_-_n_17.pdf).
- Nielsen M.W. et al. (2017), *Opinion: Gender diversity leads to better science*, «Proceedings of the National Academy of Sciences», 114 (8), pp. 1740-1742.
- Noth F., Tonzer L. (2022), *Understanding climate activism: Who participates in climate marches such as "Fridays for Future" and what can we learn from it?*, «Energy Research & Social Science», 84, 102360.
- Oreskes N. (2021) *Perché fidarsi della scienza?*, Torino, Bollati Boringhieri.
- Pearse R. (2017). *Gender and climate change*, «Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change», 8 (2), e451.

- Sicherman B., Hamilton A. (1984). *Alice Hamilton, a life in letters*, Cambridge MA, Harvard University Press.
- Sundin A., Andersson K., Watt R. (2018), *Rethinking communication: integrating storytelling for increased stakeholder engagement in environmental evidence synthesis*, «Environmental Evidence», 7(1), pp. 1-6.
- WHO (2021), *WHO global air quality guidelines*, <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.

# Comunicazione green o comunicazione e greenwashing?

La comunicazione delle multinazionali energetiche

*Luciano Celi*

Istituto per i Processi Chimico-Fisici (CNR-IPCF), Pisa

## 1. Introduzione

I recenti avvenimenti della guerra russo-ucraina hanno catalizzato e quindi accelerato alcune delle crisi in corso. Tra queste, la più importante è quella energetico-climatica. Volutamente la si indica come singola crisi perché quella climatica, che grazie alla copertura mediatica è ormai costantemente sotto gli occhi di tutti noi, è legata a doppio filo con quella energetica, se si pensa che oltre l'80% del fabbisogno energetico mondiale viene oggi soddisfatto dai combustibili fossili (petrolio, gas, carbone). È inoltre bastato ventilare una mancanza delle forniture di gas dalla Russia – come misura di embargo contro quel Paese – per tornare a paventare l'ipotesi di una riapertura delle centrali a carbone<sup>1</sup>, pur sapendo che dovremmo limitare al massimo l'immissione di CO<sub>2</sub> in atmosfera per non peggiorare il riscaldamento climatico.

Insomma: anziché accelerare il processo di transizione energetica, gli avvenimenti sullo scenario internazionale rischiano di rallentarlo ulteriormente. In tutto questo, le aziende energetiche – quelle tradizionalmente produttrici di combustibili fossili, con particolare riferimento a petrolio e gas – come reagiscono? Quali sono le strategie che mettono in campo, a livello di marketing e comunicazione?

Scopo di questo articolo è mostrare come la comunicazione di queste multinazionali sia cambiata nel tempo.

<sup>1</sup>Redazione ANSA, 25 febbraio 2022: *Ucraina: Draghi, ipotesi riapertura centrali carbone* (on-line all'indirizzo: [https://www.ansa.it/canale\\_ambiente/notizie/energia/2022/02/25/ucraina-draghi-ipotesi-riapertura-centrali-carbone\\_99a9396b-3bdf-4cef-9532-a7c34b69fa9c.html](https://www.ansa.it/canale_ambiente/notizie/energia/2022/02/25/ucraina-draghi-ipotesi-riapertura-centrali-carbone_99a9396b-3bdf-4cef-9532-a7c34b69fa9c.html); tutti gli indirizzi internet sono stati controllati alla data del 10 maggio 2022).

## 2. Un po' di conti

La massa atmosferica, nella quale è compreso il sottile strato che permette la vita, la biosfera, è calcolata in  $5,15 \times 10^{18}$  kg. Gli ultimi dati ci dicono che la concentrazione di  $\text{CO}_2$  nello spazio atmosferico è pari a 418 ppm (parti per milione), ovvero 418 milligrammi su chilogrammo<sup>2</sup>. Da questi due valori possiamo dedurre facilmente la massa complessiva della  $\text{CO}_2$  che è pari a  $2,15 \times 10^{12}$  tonnellate o anche  $2,15 \times 10^6$  milioni di tonnellate.

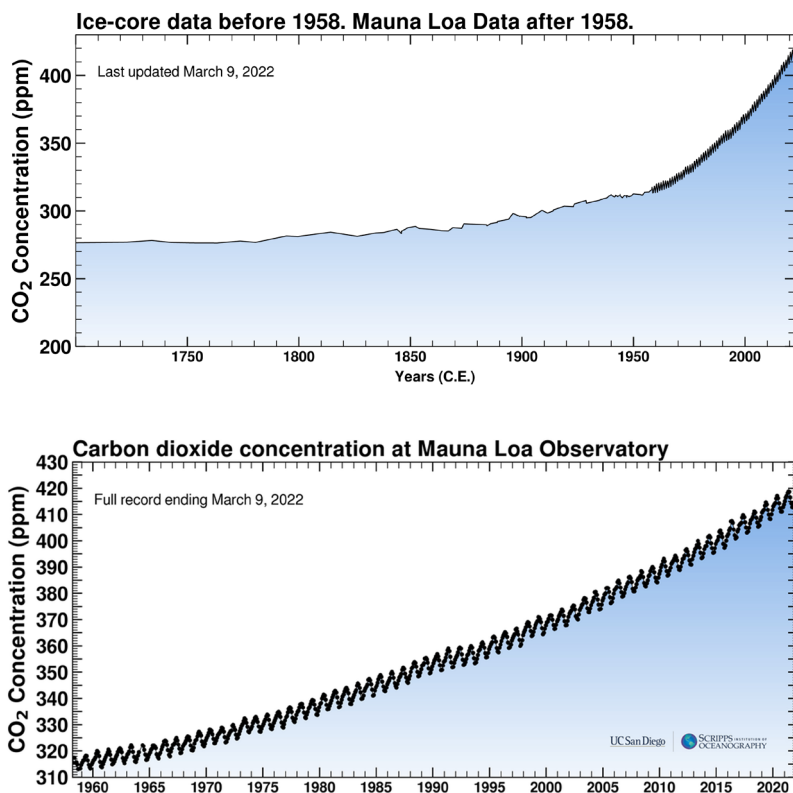


Figure 1 e 2  
Serie storiche della concentrazione di  $\text{CO}_2$  in atmosfera  
Fonte: University of California, San Diego

<sup>2</sup> Si veda il sito: <https://keelingcurve.ucsd.edu/> da cui sono state tratte figura 1 e 2.

Dal momento che una molecola di CO<sub>2</sub> emessa oggi mediamente rimane libera in atmosfera da 30 a 100 anni prima di essere fissata nuovamente<sup>3</sup>, ha senso parlare di emissioni “storiche”. Qualche ricercatore ha fatto dei conti secondo cui, pur con le dovute approssimazioni, è possibile avere l'ordine di grandezza delle emissioni che si sono accumulate in atmosfera nel tempo e di chi ne è responsabile<sup>4</sup>. Tra i maggiori responsabili troviamo senz'altro le aziende produttrici di energia, come mostra il grafico qui di seguito<sup>5</sup>.

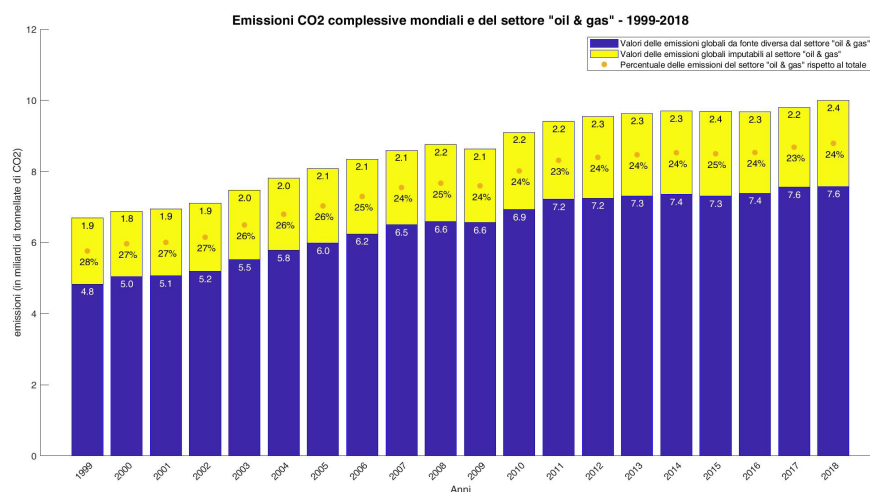


Figura 3

Emissioni di CO<sub>2</sub> nel ventennio 1999-2018, con la quota relativa al settore “oil & gas”

Fonte: ICOS (*Integrated Carbon Observation System*) e Celi (2021)

Elaborazione dati dell'autore

<sup>3</sup> In realtà il valore di 100 anni si può assumere che valga per un terzo della quantità di CO<sub>2</sub> introdotta in atmosfera; circa la metà di quella stessa quantità viene rimossa dopo 30 anni di permanenza. La questione, come ben mostra questo articolo online: <https://www.climalteranti.it/2020/07/30/quanto-a-lungo-rimane-la-co2-in-atmosfera/> non è così semplice. Il ciclo del carbonio è molto complesso e l'articolo qui indicato offre ulteriori riferimenti per approfondire l'argomento.

<sup>4</sup> Heede (2014).

<sup>5</sup> Il grafico è costruito prendendo il dataset dell'ICOS (*Integrated Carbon Observation System*), alla pagina *Data supplement to the Global Carbon Budget 2021*, <https://DOI.org/10.18160/gcp-2021> per quel che concerne le emissioni complessive, e una personale elaborazione per quel che invece riguarda le emissioni dell'intero settore di produzione di petrolio e gas nel ventennio 1999-2018, analizzate in Celi (2021).



Da questo scenario, pur descritto in breve, possiamo notare come le maggiori responsabili delle emissioni climalteranti siano proprio le multinazionali energetiche. A seguito degli accordi sul clima di Parigi (COP 21, 2015) c'è stata una generalizzata sensibilizzazione e l'introduzione di qualche "buona pratica" che, pur non vincolante per le aziende stesse, è stata recepita per cercare di rendere trasparenti non solo i bilanci economici attraverso report finanziari (*annual reports*), ma anche quelli emissivi e di sostenibilità (*sustainability reports*). L'analisi di questi ultimi report ci permette di vedere come è cambiata la visione e la sensibilità aziendale in relazione ai messaggi da veicolare agli stakeholder e al grande pubblico.

### 3. La scelta dei report e delle parole chiave

Per un lavoro precedente – Celi (2021) – il criterio di selezione per la ricerca dei dati sulle emissioni è stato di tipo economico: sono state scelte le multinazionali che, a livello mondiale, avevano i maggiori introiti economici. Le prime trenta aziende di questa classifica<sup>6</sup> detenevano quote di mercato fino all'1% – quindi in sostanza la quasi totalità del mercato del petrolio e del gas – e l'analisi si è concentrata sul ventennio 1999-2018. Vent'anni per trenta aziende fanno 600 report e ovviamente non è questa la sede per una disamina così puntuale. All'interno delle prime dieci della classifica prenderemo le prime 4, scegliendo tra aziende di stato (Saudi Aramco, Arabia Saudita, e Sinopec, Cina); una multinazionale d'oltreoceano (Exxon, Stati Uniti) ed una europea (l'inglese Shell). Per finire analizzeremo la compagnia di bandiera, l'ENI, e la sua evoluzione. I criteri di questa scelta sono facilmente identificabili: da un lato le aziende di stato (controllate cioè da uno stato, tipicamente dove non vige una democrazia)<sup>7</sup> non hanno grandi necessità di mostrarsi green per i motivi appena esposti: essere di proprietà dello stato dà meno vincoli in relazione all'accettazione pubblica, soprattutto laddove quello stato ha una forma di governo autocratica. Accade il contrario per le multinazionali che, per loro natura, si trovano a operare in tutto

<sup>6</sup> La classifica è in costante aggiornamento per ovvi motivi – anche tra i colossi dell'energia ci sono avvicendamenti, "sorpassi", fusioni che cambiano gli assets economico-finanziari e infrastrutturali. Per comodità prenderemo quella del 2020 stilata da «Forbes» e riportata dal sito [statista.com](https://www.statista.com/chart/17930/the-biggest-oil-and-gas-companies-in-the-world/) all'indirizzo: <https://www.statista.com/chart/17930/the-biggest-oil-and-gas-companies-in-the-world/>

<sup>7</sup> Ho discusso in forma sintetica questo aspetto in Celi (2022).

il mondo e in un contesto di libero mercato: qui l'accettazione dell'opinione pubblica diventa importante e ha un peso sulla reputazione aziendale.

Infine scegliamo le parole chiave con cui descrivere i report e, per ogni azienda, in estrema sintesi affianchiamo ciò che emerge, da un punto di vista grafico e comunicativo, per ognuna di esse. Le parole chiave sono: *sostenibilità, innovazione, bilancio di genere, tecnologia, sicurezza sul lavoro, responsabilità sociale d'impresa*.

### 3.1 I colossi: Saudi Aramco, Sinopec, Exxon e Shell

Analizzeremo qui di seguito brevemente le compagnie descritte, partendo dalla prima in classifica: Saudi Aramco.

#### SAUDI ARAMCO

La compagnia saudita fa, praticamente da sola, il PIL dell'intera nazione (Arabia Saudita). Il Paese ha un consumo pro capite pari a 7.488 kg equivalenti di petrolio all'anno (per rendere l'idea: gli Stati Uniti si attestano su 7.753 e l'Italia si ferma a 2.842)<sup>8</sup>. L'azienda, proprio per questa particolarità, per anni non è entrata in borsa e, dopo un certo numero di dichiarazioni e smentite, lo ha fatto alla fine del 2019, ovviamente con una offerta pubblica iniziale (IPO) da record per la sua quotazione<sup>9</sup>.

La specificità di un'azienda di stato come questa ha reso difficile trovare online report finanziari e di sostenibilità ma, seppure non con continuità, la figura 4 mostra un collage delle immagini che sui report sono state trovate. Questi report comunicano: *gender balance, innovazione, tecnologia*.

#### SINOPEC

La China Petroleum & Chemical Corporation o Sinopec è un'impresa cinese del settore petrolifero e del gas con sede a Pechino. È quotata in borsa a Hong Kong e opera anche a Shanghai e New York. La società madre di Sinopec Limited, Sinopec Group, raggruppa il più grande conglomerato petrolifero, del gas e petrolchimico del mondo, con sede nel distretto di Chaoyang, a Pechino. Le attività di Sinopec comprendono l'esplorazione, la raffinazione e la commer-

<sup>8</sup> L'anno preso in considerazione è il 2022 e i dati arrivano dalla pubblicazione *Il mondo in cifre*, redatta dalla rivista «Internazionale» e «The Economist».

<sup>9</sup> Redazione «Il Sole 24 Ore», 5 dicembre 2019: *Saudi Aramco vale 1.700 miliardi \$: è la più grande Ipo della storia* (on-line all'indirizzo: <https://www.ilsole24ore.com/art/saudi-aramco-vale-17-triloni-%24-e-piu-grande-ipo-storia-ACFyia3>).



Figura 4  
Collage delle immagini più significative per i report Saudi Aramco

cializzazione di petrolio e gas; la produzione e la vendita di prodotti petrolchimici, fibre chimiche, fertilizzanti e altri prodotti chimici; lo stoccaggio e il trasporto in condotta di petrolio greggio e gas naturale; l'importazione, l'esportazione e l'attività di agenzia di import/export di petrolio greggio, gas naturale, prodotti petroliferi raffinati, prodotti petrolchimici e altri prodotti chimici. Produce anche etanolo e diversi biocarburanti, come il biodiesel e il carburante verde per aerei, a partire da oli vegetali di scarto.

Per questa azienda, come per la precedente, i report reperibili sul web sono molto frammentati e non coprono tutti gli anni. Segno, come accennato, che la trasparenza è in questi casi ancora piuttosto opzionale. Da ciò che emerge i messaggi veicolati da questi report sono: *tecnologia, sicurezza sul lavoro, responsabilità sociale d'impresa*.



Figura 5  
Collage delle immagini più significative per i report Sinopec

## EXXON

La storia della Exxon è piuttosto nota poiché narrata in diversi documentari, film e libri. Le origini risalgono al 1872, anno in cui John Davison Rockefeller fondò la Standard Oil, che ben presto negli Stati Uniti impose una sorta di monopolio,

contribuendo alla ricchezza della dinastia che, per antonomasia, è stata per oltre un secolo quella dei Paperoni d'oltreoceano. Dopo il 1911 da Standard Oil sono nati marchi celebri ancora oggi: in primis proprio Exxon (poi divenuta Exxon Mobil, in Italia Esso), ma anche Chevron e Conoco Phillips, ormai aziende a se stanti. Può essere interessante, se non altro a livello di curiosità, il fatto – narrato da Rampini (2017) – che ha visto coinvolti gli eredi Rockefeller (chiamati *The Cousins*, i cugini) in una battaglia proprio contro la loro stessa “creatura”. Si tratta, come afferma lo stesso Rampini, di una saga molto americana, ma che offre anche la cifra di quella parte “buona” del capitalismo statunitense. *The Cousins*, i ventuno cugini eredi della più altisonante famiglia capitalistica, si riuniscono ogni anno nella stanza 5600 del grattacielo che porta il loro nome, il Rockefeller Center, nel cuore di Manhattan. Gli attuali eredi sono in sostanza i “pentiti” (da due generazioni) per l’atteggiamento piratesco e di disprezzo delle regole che connotò la condotta dei loro avi e, per espiare i peccati di coloro che li hanno preceduti, stanno rivolgendo la potenza del loro denaro contro Exxon, la “creatura di famiglia” guidata negli ultimi dodici anni prima dell’avvento di Donald Trump da Rex Tillerson. Costui infatti è stato poi cooptato proprio da Trump, durante la sua amministrazione, come capo del Dipartimento di Stato, ovvero della diplomazia USA.

In una requisitoria pubblicata a puntate sulla «New York Review of Books», gli amministratori del più grande patrimonio privato d’America spiegano la loro guerra contro la multinazionale da loro fondata, posseduta e diretta per più generazioni:

Il Rockefeller Family Fund ha annunciato il disinvestimento dei propri capitali da tutte le società che producono energie fossili. Se nell’insieme questa sarà un’operazione graduale, abbiamo preso di mira singolarmente Exxon Mobil, nel cui caso il disinvestimento sarà immediato per il suo comportamento moralmente riprovevole.

I due amministratori dei ventuno cugini Rockefeller, David Kaiser e Lee Wasserman, spiegano lo scandalo:

Per oltre un quarto di secolo l’azienda ha cercato d’ingannare governi e cittadini sulla realtà del cambiamento climatico, ha protetto i suoi profitti causando immensi danni alla vita su questo pianeta.

La multinazionale petrolifera, quando era ancora sotto la guida di Rex Tillerson, aveva replicato a suo tempo con toni altrettanto brutali: «Non ci stupisce che disinvestano, stanno già finanziando un complotto contro di noi».

Lo scontro è presto diventato giudiziario. I procuratori generali di New York, California, Massachusetts altri tredici stati USA indagano sui possibili reati (inclusa la frode e il falso in bilancio) imputabili alla Exxon per aver manipolato illecitamente i dati sugli effetti delle emissioni carboniche. A scatenare la tempesta giudiziaria è stato un lungo lavoro di giornalismo investigativo compiuto dalla Columbia's Graduate School of Journalism e finanziato personalmente dai Rockefeller. È quello il "complotto" denunciato da Tillerson.

L'ira (e il denaro) dei Rockefeller si rivolgono contro la loro creatura, quella che fu all'origine della fortuna familiare. Come accennato, è alla fine dell'Ottocento che i capostipiti John D. e William Rockefeller s'innalzano ai vertici del capitalismo americano grazie alla Standard Oil, il colosso petrolifero dei loro tempi (che poi, attraverso successive acquisizioni, diventerà l'attuale ExxonMobil). Nonché brutale monopolista, contro cui il presidente Ted Roosevelt usa la prima legislazione antitrust mai varata, lo Sherman Act.

Malgrado l'offensiva antitrust, la fortuna dei Rockefeller continuerà a crescere, diversificandosi nella finanza con la Chase Manhattan Bank. Ma già da allora i Rockefeller, devoti protestanti (battisti), cercano di mitigare la loro immagine di avidi profittatori con una munificenza filantropica senza precedenti. È grazie al loro mecenatismo che nascono gioielli dell'arte e della cultura, istituzioni educative o think tank che fanno la forza dell'America: donazioni a Harvard e Princeton, al Moma e al Lincoln Center, al Council on Foreign Relations e all'Asia Society. La costruzione sulla Quinta Strada del Rockefeller Center all'inizio della Grande Depressione rimane come la testimonianza monumentale di un atto di fede nel Secolo americano.

Insomma sembra in grande la storia della Cappella degli Scrovegni di Padova che, tra leggenda e realtà, vide la luce e venne commissionata a Giotto da Enrico degli Scrovegni, figlio di Rinaldo e pagata grazie ai prestiti a usura che la famiglia applicava. Ammesso e non concesso che la storia abbia un fondo di verità (alcuni storici sostengono che non sia così), senza l'estorsione di quei denari e il profitto che da essi scaturì, non avremmo uno dei capolavori dell'arte occidentale, oggi patrimonio dell'umanità UNESCO.

Consapevoli di questa lunga e grande storia e avendo a che fare con la prima delle aziende che non sono sotto il monopolio statale, ma sul libero mercato, dai report aziendali emergono: *innovazione, tecnologia, sicurezza sul lavoro, responsabilità sociale d'impresa*.





Figura 6  
Collage delle immagini più significative per i report Exxon

## SHELL

La Shell è una multinazionale olandese-britannica (ma ora solo britannica) del petrolio e del gas quotata in borsa con sede presso lo Shell Centre di Londra. Da un punto di vista economico Shell è una società per azioni con quotazione primaria alla Borsa di Londra (LSE) e quotazioni secondarie all'Euronext Amsterdam e alla Borsa di New York. È una delle “supermajor” del petrolio e del gas e per fatturato e profitti è una delle più grandi aziende al mondo, dal 2000 nella top 10 della classifica globale Fortune 500. Misurata in base alle proprie



emissioni e a quelle di tutti i combustibili fossili che vende, Shell è stata la nona azienda produttrice di emissioni di gas a effetto serra nel periodo 1988-2015.

Shell opera in tutti i settori dell'industria petrolifera e del gas, tra cui l'esplorazione, la produzione, la raffinazione, il trasporto, la distribuzione e la commercializzazione, la petrolchimica, la produzione di energia e il commercio. Shell è presente in oltre 99 Paesi, produce circa 3,7 milioni di barili di petrolio equivalente al giorno e possiede circa 44.000 stazioni di servizio in tutto il mondo.

Marion King Hubbert (1903-1989), il geologo minerario statunitense che teorizzò il picco del petrolio (noto anche come picco di Hubbert), negli anni '50 del secolo scorso lavorava per la Shell statunitense e aveva ben chiare le produzioni di ogni singolo giacimento del paese – nonostante l'estensione territoriale degli Stati Uniti. Ad un congresso a Huston, in Texas, nel 1956 presentò una relazione nella quale prevedeva che se i consumi della società statunitense fossero rimasti quelli e la produzione petrolifera invariata, molto probabilmente si sarebbe verificata una crisi petrolifera da lì a vent'anni.

Nonostante Hubbert fosse una specie di star tra i geologi minerari, al convegno venne trattato con condiscendenza e sufficienza: pacche sulle spalle e qualche sorrisetto di circostanza che nascondeva il pensiero: “questo si è bevuto il cervello”, o qualcosa di simile. Ma fu come fu: la crisi si verificò – la sentimmo anche in Italia (dipendente allora come oggi, dagli Stati Uniti anche dal punto di vista energetico) con le famose domeniche a piedi e un'austerità che molti ricordano ancora. La comunità dei geologi si ricredette e Hubbert divenne famoso al punto da andare a spiegare il suo picco del petrolio alla televisione (ve lo immaginate?)<sup>10</sup> – un po' come oggi a “Report” si parla del futuro energetico del nostro Paese.

Da una analisi a campione dei report disponibili sul sito dell'azienda, i messaggi che emergono sono: *sostenibilità, innovazione, tecnologia*.

<sup>10</sup> YouTube, scrigno di molti documenti inattesi, all'indirizzo: <https://www.youtube.com/watch?v=xPqe-htwlGk> mostra una clip della trasmissione in cui Hubbert racconta il picco del petrolio e anche, con una consapevolezza che oggi ancora ci manca, di come la nostra società abbia beneficiato di questo surplus energetico legato alle fonti fossili che è stato, è e sarà un unicum nella storia dell'umanità (il grafico è quello che si vede al minuto 1:27).

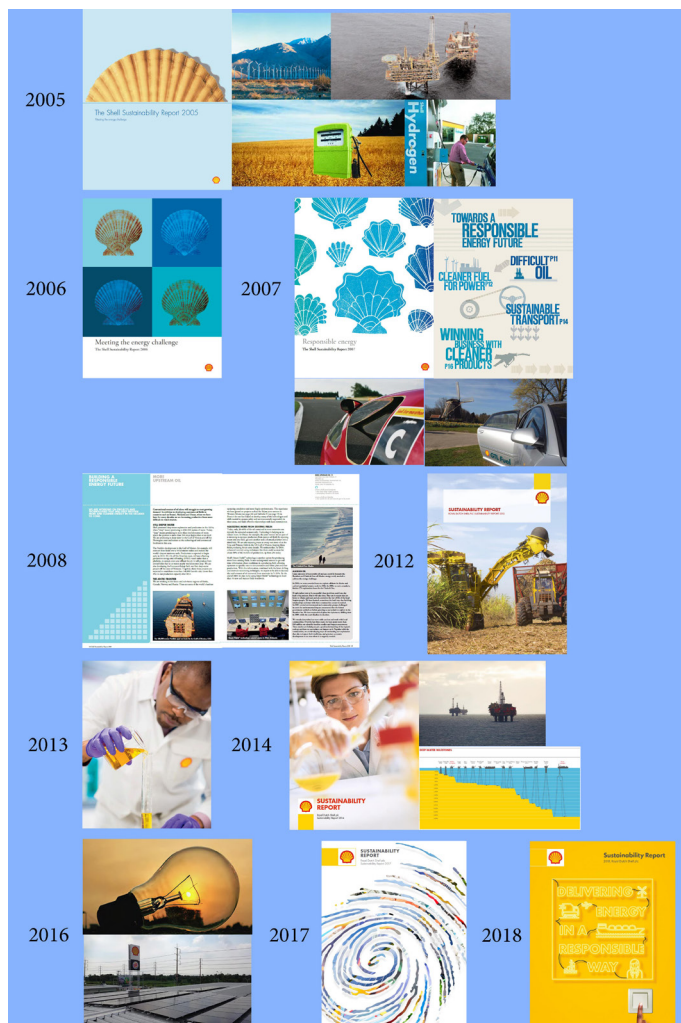


Figura 7  
Collage delle immagini più significative per i report Shell

#### 4. ENI

La storia della compagnia nazionale di estrazione di gas e petrolio è ben documentata: esistono libri e documentari, incentrati soprattutto sulla interessante figura di Enrico Mattei che ne fu il presidente dal 1953 al 1962, anno della

sua morte che sappiamo essere uno dei misteri italiani<sup>11</sup>. Non ci addentreremo qui nella storia aziendale che, inevitabilmente, è anche un po' la storia d'Italia, ma lo faremo tangenzialmente, un po' come abbiamo fatto per Shell, partendo dal marchio.

#### 4.1 Mitologia di un simbolo

In un Paese votato al design come il nostro, un anno prima che Mattei diventi il presidente della società, viene indetto un concorso per disegnare il nuovo logo della compagnia che ancora si chiama Agip (Agenzia generale italiana petroli) e che ha, nel 1952, due prodotti di punta: la benzina Supercortemaggiore e il metano Agipgas. Il bando per la nuova grafica doveva servire a disegnare due cartelloni stradali, due marchi e la colorazione di una colonnina di distribuzione di benzina. Il concorso è aperto a tutti gli italiani – proprio a testimoniare il messaggio di fiducia e di apertura a un'intera popolazione – e ha un montepremi complessivo di 10 milioni di lire, corrispondenti al potere di acquisto di circa 160mila euro attuali. La giuria è composta da figure provenienti dal mondo dell'arte e della comunicazione. Nell'elenco dei selezionatori, infatti, figuravano tra gli altri il pittore Mario Sironi e uno degli architetti italiani più conosciuti al mondo, Gio Ponti.

La risposta della società italiana alla chiamata è impressionante: vengono presentati oltre 4mila bozzetti e per selezionare il vincitore sono necessarie ben 14 riunioni della giuria. Oltre a molti appassionati di grafica e illustrazione, partecipano al concorso anche alcuni grandi nomi dell'arte e della creatività italiana del dopoguerra: Armando Testa, Fortunato Depero, Marcello Nizzoli, solo per fare qualche nome. Nel settembre del 1952 la seduta conclusiva decreta il vincitore: il Cane a sei zampe, una sintesi grafica che esprime forza, energia e ottimismo, valori dell'Italia che sta vivendo il suo miracolo economico. Ne è entusiasta Enrico Mattei in persona, e l'accoglienza del simbolo da parte della società italiana è altrettanto calorosa. Il suo creatore è lo scultore italiano Luigi Brogгинi (1908-1983) che arriva a disegnare l'animale "impossibile", un cane con sei zampe che ricorda una chimera mitologica, diventata presto familiare per tutti<sup>12</sup>. Sul motivo per cui il muso è rivolto all'indietro anziché avanti pare

<sup>11</sup> Lucarelli (2002), pp. 103-125.

<sup>12</sup> Queste informazioni sono state tratte dalla pagina web del sito dell'ENI: <https://www.eni.com/it-IT/chi-siamo/storia-del-marchio.html>

che i primi bozzetti riportassero il cane a profilo intero in avanti e sputasse fuoco davanti a sé, ma poiché sembrava troppo aggressivo, si fece in modo che la fiamma fosse rivolta indietro.



Figura 8  
Il logo ENI: il cane a sei zampe nell'originale di Luigi Brogini del 1952 e nella rivisitazione di Bob Noorda del 1973

La storia però non è così lineare e al cane a sei zampe Brogini arriva passando per un drago (a cui in effetti, a una prima occhiata, il cane a sei zampe somiglia, visto che per altro, come nella migliore delle tradizioni, l'animale sputa fuoco), frutto di una mitologia tutta locale: Tarantasio. Secondo quando esprime la corrispondente voce Wikipedia<sup>13</sup>:

Tarantasio era il nome di un drago leggendario che terrorizzava gli abitanti dell'antico lago Gerundo (oggi prosciugato), nella zona di Lodi, in Lombardia. Si riteneva che questo animale mitologico divorasse i bambini, distruggesse le imbarcazioni e con il suo fiato pestilenziale ammorbasse l'aria e causasse una strana malattia denominata febbre gialla. A testimonianza della leggenda, il drago ha dato il proprio nome a una frazione di Cassano d'Adda denominata Taranta appunto.

Ma il chimerico drago è anche un po' serpente, un serpente "importante" visto che compare sullo stemma dei Visconti e in tempi più recenti, più prosaicamente, sul logo delle automobili Alfa Romeo (ricordiamo che la sigla "Alfa" sta per Anonima lombarda fabbrica automobili) e Mediaset/Canale 5 (cfr. figura 9).

<sup>13</sup> <https://it.wikipedia.org/wiki/Tarantasio>.

Comunicazione green o comunicazione e greenwashing?



Figura 9

Le ricorrenze del drago-serpente: a partire da in alto a sinistra: il drago Tarantasio disegnato dal celebre Ulisse Aldrovandi (1522-1605); lo stemma della casata Visconti; l'evoluzione dei loghi della casa automobilistica Alfa Romeo e infine il logo di Canale 5, con un biscione stilizzato

Il serpente però è anche parte del patrimonio iconografico di Agip e compare nell'olio per motori dal marchio Energol, disegnato da Federico Seneca (1891-1976): che sia un serpente con attitudini da apprendista drago, lo dimostra la fiammella che esce dalle sue fauci.



Figura 10  
Il serpente Energol disegnato da Federico Seneca

Dopo questa breve carrellata storica arriviamo ai giorni nostri. ENI “cambia pelle” e diventa Plenitude nel tentativo<sup>14</sup>, secondo quel che il sito aziendale *retail* sostiene<sup>15</sup>, di rappresentare la pienezza di una visione globale e “della nostra energia che continua a rigenerarsi”. Frase ad effetto (soprattutto per quel “rigenerarsi”), ma a cui, per il momento corrisponde ancora poco. Da un punto di vista grafico due vistosi e significativi cambiamenti: in primo luogo il cane a sei zampe non sputa più alcun fuoco, ma pur restando con la bocca aperta, sembra quasi voler addentare il sole che ha preso il posto della fiamma. Il cambiamento sembra minimo, ma è una rivoluzione semantica: il cane non è più agente efficiente di una energia che proviene dal sottosuolo<sup>16</sup>, ma ammansito dall’assenza della fiamma e dei canini aguzzi che scompaiono dal disegno, sembra prendere atto che l’energia che potrà trasformare a beneficio della società italiana arriva (e può arrivare solo) dal sole<sup>17</sup>. Dall’altro i colori, che nel nuovo marchio sono una tessitura sfumata che va dal verde, colore della natura per antonomasia, al giallo del sole.



Figura 11  
Il nuovo logo ENI: Plenitude

<sup>14</sup> Che a questo punto è lecito chiedersi: un tentativo di reale cambiamento o di greenwashing aziendale?

<sup>15</sup> <https://eniplenitude.com/chi-siamo/nuova-identita>.

<sup>16</sup> Verrebbe da dire “infera”, visto che il cane, che pure ha una sola testa (ma sei zampe), evoca senz’altro il più famoso cerbero che di zampe ne ha quattro, ma compensa con tre teste. Ricordiamo che Cerbero giunge a noi dalla mitologia greca passando per l’*Odissea* e l’*Eneide* e la *Divina Commedia*.

<sup>17</sup> Non vorrei che questa frase traesse in inganno qualche lettore: tutta l’energia che abbiamo a disposizione, anche quella degli idrocarburi, viene dal sole, però in una miscela che coinvolge processi chimico-fisici e tempi lunghissimi. La differenza è solo in questo “dettaglio”.

Comunicazione green o comunicazione e greenwashing?

## 4.2 Analisi dei report

I report che l'azienda italiana mette a disposizione non sono molti e per lo più sono di tipo finanziario (Annual Report) e non, come auspicato, di sostenibilità (il primo disponibile è del 2014). Da quanto è a disposizione emerge: *sostenibilità e responsabilità sociale d'impresa*.



Figura 12  
Collage delle immagini più significative per i report ENI



## 5. Conclusioni

La breve, arbitraria e certamente non esaustiva carrellata che abbiamo evidenziato in queste pagine è volta a far comprendere come le aziende produttrici di petrolio e gas cerchino di fronteggiare – con strategie tutto sommato piuttosto semplici – il mutamento della sensibilità dell’opinione pubblica in relazione a temi come l’inquinamento (generato dalle attività estrattive e dell’immissione di CO<sub>2</sub> in atmosfera) e il cambiamento climatico, cercando di preservare e proteggere in tutti i modi il loro *core business* estrattivo. Abbiamo inoltre cercato di mettere in evidenza le diversità che ci sono tra aziende statali e multinazionali che operano sul libero mercato. Non è questa la sede per giudicare queste strategie né l’operato di questi colossi dai fatturati miliardari. Al di là delle operazioni di facciata però i tempi sono maturi per transizioni sostanziali che cambino l’oggetto dei business, magari rimanendo nel settore energetico, ma rivoluzionando l’azienda e capitalizzando il know-how tecnico-scientifico di altissimo livello che all’interno delle aziende stesse si è sviluppato. Insomma, i casi per quanto per lo più sconosciuti, ci sono: a fronte di un’azienda – che ancora una volta compie un’operazione di facciata – come la norvegese Statoil che cambia nome (e toglie “oil”, petrolio) per diventare Equinor, ce n’è almeno un’altra, la danese Ørsted che cambia nome in onore di uno dei suoi scienziati più celebri, Hans Christian Ørsted (1777-1851) rispetto a quello precedente, DONG, acronimo di *Dansk Olie og Naturgas* (che significa petrolio danese e gas naturale), cambiando però contestualmente anche i suoi obiettivi aziendali: dopo aver venduto la sua attività petrolifera e del gas nel 2017, la società ha abbandonato completamente le fonti fossili e annunciato la sua transizione verso le energie rinnovabili, investendo in parchi eolici on- e offshore.

Un po’ come se ENI decidesse di chiamarsi Volta, in onore del nostro connazionale, lo scienziato Alessandro Volta (per altro coevo di Ørsted), e decidesse di abbandonare definitivamente la propria attività estrattiva per dedicarsi a fotovoltaico ed eolico. Difficile ma non impossibile. In ogni caso la strada è tracciata e prima o poi dovrà accadere.

Non possiamo non chiudere questo articolo però con un minimo di ironia. Ironia che ci viene fornita da una folgorante vignetta di Altan (figura 13) che non ha bisogno di presentazioni né di commenti: nella sua concisione dice tutto quel che c’è da dire sulla questione dell’“essere green”.



Figura 13  
Altan in tutta la sua memorabile concisione  
(tutti i diritti riservati)

### Bibliografia

- Celi L. (2021), *Deriving EROI for Thirty Large Oil Companies Using the CO<sub>2</sub> Proxy from 1999 to 2018*, «Biophysical Economics and Sustainability», 6, 12, <https://DOI.org/10.1007/s41247-021-00095-6>.
- (2022), *Energia, risorse e democrazia*, sull'aversione on-line della rivista «Sapere», all'indirizzo: <https://saperescienza.it/rubriche/l-opinione-di/energia-risorse-e-democrazia-31-3-2022>.
- Heede R. (2014), *Tracing anthropogenic carbon dioxide and methane emissions to fossil fuel and cement producers, 1854-2010*, «Climatic Change», 122:229-241, DOI 10.1007/s10584-013-0986-y-
- Lucarelli C. (2002), *Misteri d'Italia. I casi di "Blu notte"*, Torino, Einaudi.
- Rampini F. (2017), *Le linee rosse. Uomini, confini imperi: le carte geografiche che raccontano il mondo in cui viviamo*, Milano, Mondadori.



# Le mostre interattive del CNR: “Artico” e “Aquae”

I cambiamenti climatici e il futuro del sistema terra:  
dagli oceani al Polo Nord

*Francesca Messina, Daniela Gaggero, Filippo Sozzi*

Unità Comunicazione del CNR, Genova

## 1. Introduzione

Tra il 2016 e il 2018 l'allora Sezione Operativa di Genova dell'Ufficio Comunicazione Informazione e URP del CNR ha attivato una forte sinergia con le strutture CNR dedicate alla ricerca ambientale e marina e in particolare ai cambiamenti climatici per la progettazione e realizzazione di due mostre scientifiche interattive. L'iniziativa è sorta dall'esigenza di proporre dei percorsi espositivi al grande pubblico per sensibilizzare l'intera società su temi estremamente attuali e d'interesse comune che rappresentano una sfida cruciale per il futuro del Sistema Terra. Un altro importante obiettivo è quello di favorire la cooperazione tra ricercatori, insegnanti e studenti per incentivare la diffusione della cultura tecnico-scientifica anche attraverso metodologie didattiche innovative, affinché le iniziative di *outreach* siano una necessità della comunità scientifica per soddisfare i bisogni del cittadino e per contribuire alla creazione di una maggiore consapevolezza sull'importanza della divulgazione scientifica. Queste mostre invitano il visitatore a compiere esperienze dirette, anziché limitarsi alla mera osservazione, favorendo l'applicazione dell'approccio *hands on, mind on, heart on*: il coinvolgimento emotivo fa sì che la visita alla mostra non sia fine a sé stessa, ma svolga anche una funzione didattica.

L'attività di progettazione, che è durata circa un anno per entrambe le iniziative oggetto di questo caso studio, è stata frutto di una efficiente ed efficace collaborazione tra la rete scientifica CNR e tutto il personale esperto coinvolto. Nel 2016 è stata presentata per la prima volta al pubblico la mostra “Artico. Viaggio interattivo al Polo Nord” e, nel 2018, è stata la volta della mostra “Aquae. Il futuro è nell'oceano”: entrambe sono state allestite nell'ambito del Festival della Scienza a Genova, presso la prestigiosa sede espositiva di Palazzo Ducale. Queste mostre vanno ad arricchire il patrimonio delle mostre itineranti

del CNR<sup>1</sup> e possono essere organizzate in qualsiasi sede sul territorio nazionale e internazionale.

## 2. *Artico. Viaggio interattivo al Polo Nord*

La mostra, realizzata dal CNR allo scopo di rendere fruibile al grande pubblico il fascino, l'attrazione e l'emozione che le regioni polari suscitano, è stata progettata dal Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente, dall'allora Ufficio Comunicazione Informazione e URP (Sezione Operativa di Genova) con il contributo di diversi istituti del CNR, in particolare: Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, Istituto di Scienze Polari e Istituto per le Tecnologie Didattiche. Questa mostra rappresenta un notevole traguardo reso possibile da una forte sinergia della rete CNR per la realizzazione di un evento di diffusione della cultura scientifica a carattere interattivo dedicato al grande pubblico. La mostra costituisce inoltre una grande opportunità per far conoscere le attività dei ricercatori italiani che operano in Artico.

Il gruppo di progetto del CNR, costituito per definire i contenuti ed i criteri espositivi, ha articolato la mostra facendo propri i temi illustrati nel report della Terza Conferenza Internazionale della Ricerca in Artico. Sono state così definite quattro sezioni espositive: "L'Artico nel sistema globale", "La ricerca: osservare e comprendere il sistema Artico", "Vulnerabilità e resilienza", "La *governance* in Artico", volte ad illustrare le caratteristiche generali del sistema climatico artico, le attività svolte dalla comunità italiana, nonché gli aspetti geopolitici e la partecipazione italiana negli organismi internazionali.

Vista la grande quantità e la ricchezza dei contenuti da proporre si è scelto, in linea con le teorie museologiche più moderne, di utilizzare un approccio espositivo misto basato sul concetto di "museo totale". Si tratta, in estrema sintesi, di riportare nell'ambito di una sola mostra, caratteristiche proprie non solo di varie tipologie di esposizione scientifica (oggetti e reperti, exhibit hands on, strumentazioni tecniche ecc.), ma anche di riaffermare quella tendenza all'unità dei saperi che la scienza moderna tende a perdere a causa della sua progressiva parcellizzazione e specializzazione.

<sup>1</sup> Catalogo "La scienza si fa bella" di CNR Edizioni: [https://www.cnr.it/sites/default/files/public/media/comunicazione/La\\_scienza\\_si\\_fa\\_bella\\_2019.pdf](https://www.cnr.it/sites/default/files/public/media/comunicazione/La_scienza_si_fa_bella_2019.pdf).

## 2.1 Descrizione dei contenuti

Dopo una descrizione generale delle caratteristiche geografiche dell’Artico, delle popolazioni e delle comunità indigene che lo abitano, passando attraverso le esplorazioni e le scoperte, la mostra entra nel vivo delle caratteristiche climatiche e ambientali dell’Artico e dei meccanismi che regolano la distribuzione di energia e delle conseguenze che il riscaldamento globale ha sulle componenti del sistema climatico (atmosfera, idrosfera, criosfera, pedosfera) nelle aree polari. Il percorso della mostra prosegue illustrando le principali attività di ricerca che l’Italia conduce in Artico e in particolare a Ny- Ålesund, nelle Isole Svalbard, dove il CNR gestisce la stazione di ricerca “Dirigibile Italia”. Prosegue poi illustrando lo studio dei processi che avvengono in alta atmosfera come la deplezione dell’ozono (comunemente indicato come “buco dell’ozono”) e dei meccanismi che determinano la formazione delle aurore boreali. Infine, nell’ultima sezione vengono descritti gli organismi internazionali, di cui anche l’Italia fa parte, che governano, gestiscono la programmazione scientifica e politica in Artico.

La struttura della mostra è stata sviluppata attorno ad una serie di pannelli di testo e immagini prodotti dai ricercatori del gruppo di progetto. I pannelli sono poi stati riadattati e impaginati dallo staff dell’attuale Unità Comunicazione del CNR. Le fotografie utilizzate provengono prevalentemente dalla rete CNR e sono state scattate dai ricercatori durante la loro attività in Artico. Complessivamente sono stati realizzati 21 pannelli, montati su apposite strutture in legno e retroilluminati (fig. 1).

Il percorso espositivo è stato arricchito con la presenza di numerosi video, alcuni di tipo suggestivo, per creare un ambiente immersivo e coinvolgere lo spettatore a livello emozionale, altri per approfondire alcuni argomenti trattati nella mostra.

Il nucleo fondamentale della mostra è tuttavia rappresentato dagli exhibit interattivi, che sono stati progettati e realizzati presso i laboratori tecnico scientifici di falegnameria e di elettromeccanica di Genova che attualmente afferiscono all’Unità Comunicazione, in collaborazione con i ricercatori che operano in Artico. Ne è un esempio il modello telecomandato del robot Shark (fig 2). Insieme ai ricercatori e ai tecnici dell’Istituto di Ingegneria del Mare è stato infatti realizzato un modellino radiocomandato del robot Shark. Il piccolo robot è stato posizionato all’interno di una piscina opportunamente scenografata per



Figura 1

suggerire l'ambiente artico e riprodurre alcune fasi della missione del vero robot Shark nei pressi del ghiacciaio Kronebreen alle Isole Svalbard.

Per una descrizione dettagliata di tutti gli exhibit e degli oggetti esposti si rimanda al sito web dedicato alla mostra.<sup>2</sup>



Figura 2

<sup>2</sup> <https://artico.itd.cnr.it/>



Per avvicinare il pubblico all’attività che i ricercatori svolgono nei propri laboratori di ricerca il gruppo di progetto ha scelto inoltre di esporre nella mostra alcune attrezzature utilizzate durante le campagne di ricerca in Artico. Infine, per arricchire ulteriormente i contenuti espositivi, unendo all’aspetto prettamente scientifico anche un’attenzione verso elementi di tipo artistico, sono stati inseriti nel percorso di visita alcuni materiali (statue, oggetti d’artigianato e di uso comune, reperti storici delle spedizioni italiane in artico) prestatati dal Museo Polare “Silvio Zavatti” di Fermo (figg. 3-4). Il Museo di Storia Naturale “Giacomo Doria” di Genova ha invece contribuito all’esposizione prestando un prestigioso e storico esemplare di orso polare tassidermizzato (fig. 6).



Figura 3



Figura 4

## 2.2 Allestimento e progetto grafico

Il logotipo riproduce in maniera stilizzata la figura di un iceberg e i colori richiamano le tonalità del ghiaccio e delle terre artiche (fig. 5). Dalla definizione di questa prima immagine si sono sviluppati i pannelli illustrativi, i colori degli exhibit e delle strutture espositive, i materiali promozionali e i gadget.

La mostra è stata allestita a Genova, nella Loggia degli Abati di Palazzo Ducale, in uno spazio di circa 250 m<sup>2</sup>, articolato secondo una sequenza di stanze e corridoi. Nelle sale sono stati distribuiti i pannelli retroilluminati e gli exhibit interattivi, mentre il grande orso polare, in prestito dal Museo di Storia Naturale “G. Doria”, è stato collocato alla sommità di uno scalone debitamente protetto con una barriera, con grafica coordinata, che ha impedito ai visitatori di toccarlo, ma di goderne la vista senza il filtro di una vetrina (fig. 6). I materiali provenienti



Figura 5



Figura 6

dal Museo Polare di Fermo sono stati esposti in apposite vetrine, anche a corredo dei pannelli dedicati alle esplorazioni e alle popolazioni artiche.

### 3. *Aquae. Il futuro è nell'oceano*

Visto dallo spazio, il nostro Pianeta appare come una sfera blu: a dispetto del suo nome, infatti, il 71% della Terra è ricoperto dagli oceani, che svolgono funzioni indispensabili per la nostra sopravvivenza. Regolano il clima, ospitano un'incredibile biodiversità, forniscono sostentamento a milioni di persone e veicolano l'80% dei commerci mondiali. Il rapporto dell'uomo con il mare affonda le sue radici nel mito e per molti secoli gli oceani hanno rappresentato il luogo dell'ignoto. Oggi il mare e i suoi fondali costituiscono un campo d'indagine e di studio di grande rilevanza scientifica non solo per il presente, ma soprattutto per il futuro, in cui il ruolo dell'oceano diventerà sempre più determinante per le condizioni di crescita e di sviluppo dell'intera umanità.

Dedicata ad illustrare le principali caratteristiche dell'ambiente marino, con particolare attenzione all'utilizzo e alla conservazione delle sue risorse per uno sviluppo sostenibile, la mostra "Aquae. Il futuro è nell'oceano" è frutto di un'ampia collaborazione tra l'allora Ufficio Comunicazione, Informazione e URP (Sezione operativa di Genova), Dipartimento Scienze del Sistema Terra

e Tecnologie per l’Ambiente, Istituto di Scienze Marine, Istituto per lo studio degli impatti Antropici e la Sostenibilità in ambiente marino, Istituto di Scienze dell’Atmosfera e del Clima, Istituto di Ingegneria del Mare.

### 3.1 Descrizione dei contenuti

Il gruppo di progetto ha articolato la mostra “Aquae” in tre sezioni ideali. Nella prima sono presentati i temi generali legati al mare: aspetti geografici, fisici, chimici e biologici. Viene fatta luce anche su un ambiente che fino alla metà del secolo scorso era pressoché ignoto: quello dei fondali oceanici. Nella seconda sezione viene illustrato il rapporto tra uomo e mare: da sempre gli oceani rappresentano infatti una risorsa inestimabile per la nostra specie. Oggi la scienza e la tecnologia sono impegnate nella ricerca di nuovi metodi per l’utilizzo sostenibile delle numerose risorse che il mare ci offre, al contempo stanno sviluppando strategie per monitorare e preservare l’ambiente marino dagli effetti dell’impatto antropico.

L’ultima parte della mostra è dedicata alle ricerche svolte da diversi istituti e numerose strutture del CNR che si occupano di mare e navigazione. Rappresenta inoltre un momento di riflessione per comprendere come il futuro e la salvaguardia degli oceani dipendano anche da noi, dai nostri comportamenti e dalle politiche che i nostri governi e le industrie decideranno di adottare.

Per quanto riguarda il criterio espositivo si è scelto, anche in questo caso, di utilizzare un approccio interattivo e multisensoriale. Laddove possibile i tradi-



Figura 7

zionali pannelli di testo sono stati sostituiti da infografiche che consentono una comunicazione più diretta e coinvolgente. A queste sono stati affiancati video, modelli in scala, prototipi e attrezzature scientifiche utilizzate dai ricercatori del CNR durante la loro attività. Infine, per illustrare in maniera più efficace alcune tematiche specifiche, seguendo un approccio di tipo hands on, sono stati progettati e realizzati alcuni exhibit interattivi (fig. 7). Per una descrizione dettagliata di tutti gli exhibit e degli oggetti esposti si rimanda al sito web dedicato alla mostra<sup>3</sup>.

### 3.2 Allestimento e progetto grafico

Il tema visivo di “Aquae” si ispira alle profondità marine e alle onde (fig. 8). Una serie di onde stilizzate declinate in diverse sfumature di blu costituisce il motivo portante. I pannelli esplicativi privilegiano l’aspetto visivo tramite l’utilizzo di infografiche che, attraverso la sintesi grafica, rendono i contenuti immediatamente comprensibili.



Figura 8

La mostra, allestita a Palazzo Ducale, nella grande sala del Munizionario, ha coperto una superficie di circa 300 m<sup>2</sup>. Nella figura 9 si riporta la disposizione della mostra negli spazi espositivi.

<sup>3</sup> <http://aquae.cnr.it/>

## Le mostre interattive del CNR: “Artico” e “Aquae”

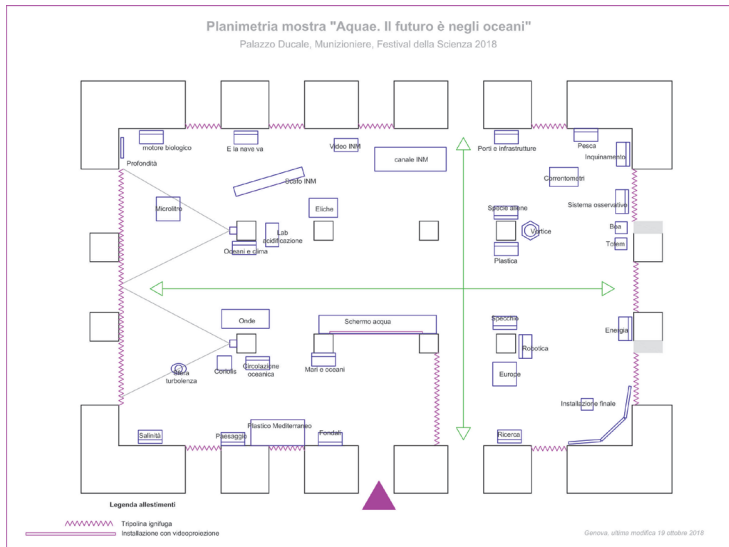


Figura 9

Per questa edizione della mostra è stata prodotta una spettacolare videoinstallazione costituita da uno schermo ad acqua su cui è stato proiettato un filmato di ambientazione creato *ad hoc* (fig. 10).

Lo scopo è stato quello di creare un ambiente immersivo in grado di colpire il pubblico a livello emotivo, predisponendolo così al viaggio di scoperta all'interno della mostra.



Figura 10

#### 4. Risultati

Entrambe le mostre trattate in questo articolo hanno avuto un ottimo riscontro in termini di visitatori. “Artico. Viaggio interattivo al Polo nord”, durante le giornate di apertura, dal 27 ottobre al 6 novembre 2016, ha registrato 2850 visite, risultato che ha fatto sì che la mostra si affermasse come uno degli eventi di maggior successo della manifestazione Festival della Scienza.

“Aquae. Il futuro è nell’oceano”, negli 11 giorni di apertura dal 25 ottobre al 4 novembre 2018, è stata visitata da un numero complessivo di 2200 visitatori.

Dal 2016 al 2020, sul territorio nazionale, sono state realizzate 12 edizioni delle due mostre itineranti in 8 differenti città italiane (Genova, Roma, Milano, Napoli, Venezia Mestre, Venezia, Foligno, Settimo Torinese) e contesti prestigiosi (sedi museali e di centri culturali permanenti, palazzi storici, sedi universitarie e di centri di ricerca e nell’ambito di manifestazioni culturali): 9 edizioni della mostra “Artico” dal 2016 al 2020 (52.726 visitatori in totale) e 3 edizioni della mostra “Aquae” tra il 2018 e il 2019 (11.810 visitatori in totale). Quest’ultima è stata inaugurata a novembre 2018, presso la sede centrale del CNR a Roma, nell’ambito della celebrazione dei 95 anni del CNR alla presenza del presidente della Repubblica Sergio Mattarella e delle più alte cariche istituzionali italiane<sup>4</sup>.

#### Bibliografia

- Aa. Vv. (2019), *La scienza si fa bella-Mostre scientifiche e interattive, exhibit per centri permanenti, iniziative per la scuola*, Roma, CNR Edizioni.
- Argano L., Bollo A., Dalla Sega P., Vivalda C. (2005), *Gli eventi culturali, Ideazione, progettazione, marketing, comunicazione*, Milano, FrancoAngeli.
- Aslamazov L.G., Varlamov A. (2004), *The Wonders of Physics*, Singapore. World Scientific.
- Bencivelli S., De Ceglia F. (2013), *Comunicare la scienza*, Roma, Carocci (Le Bussolle).
- Calabrese G. (2001), *Animare l’educazione. Per una didattica interattiva*, Milano, FrancoAngeli.
- Colombo F. (a cura di) (2005), *Atlante della Comunicazione*, Milano, Hoepli.
- Colombo F., Eugeni R. (2004), *Il prodotto culturale*, Roma, Carocci.
- Doherty P., Rathjen D. (1996), *Gli esperimenti dell’Exploratorium*, Bologna, Zanichelli.
- Regge T. (2004), *Lettera ai giovani sulla scienza*, Milano, Rizzoli.

<sup>4</sup> <https://www.cnr.it/it/95-anni-futuro>.

## Le mostre interattive del CNR: “Artico” e “Aquae”

### *Sitografia*

<https://comunicazione.cnr.it/le-mostre>

<https://www.cnr.it/it/mostre-scientifiche-e-interattive>

<http://www.exploratorium.edu>

<http://www.festivalscienza.it>

<http://www.torinoscienza.it>

<http://www.museoscienza.org>

<http://www.cittadellascienza.it>

<http://www.sciencefestival.co.uk>





## RECENSIONI



## RECENSIONE

*Scienza, politica e società: l'approccio post-normale in teoria e nelle pratiche*, a cura di Alba L'Astorina e Cristina Mangia

Roma, CNR Edizioni ("Scienziati in affanno?", vol. 1), 2022

<https://doi.org/10.26324/SIA1.PNS>

*Laura Criscuolo*

Istituto di Geoscienze e Georisorse (CNR-IGG), Pisa

La scienza odierna è spesso rappresentata come una macchina in grado di produrre risposte e di metterle a disposizione dei decisori pubblici con un flusso continuo e monodirezionale, per sostenere il progresso tecnologico e motivare scelte politiche, economiche e sociali. Una simile narrazione non tiene conto né della complessità e delle incertezze insite nei processi di ricerca, né delle molteplici relazioni tra discipline, con la società, con i sistemi ecologici, e – non ultimi – con i sistemi valoriali delle comunità in cui tale conoscenza viene costruita e applicata. Questo gap tra la “scienza percepita” (o desiderata) e gli effettivi meccanismi necessari alla costruzione della conoscenza scientifica da un lato genera forti pressioni sulla comunità scientifica, e dall'altro rischia di nutrire atteggiamenti critici e ideologie polarizzate sui due estremi di scientismo/antiscentismo, fiducia/sfiducia.

Alti livelli di tensione tra società civile ed istituzioni si sono registrati negli anni recenti in molte situazioni ad elevata complessità, in cui la scienza è stata chiamata a fornire elementi chiave per decisioni politiche urgenti – aventi importanti ricadute economiche, sociali ed ambientali – e talora a giustificarle. Ne sono esempi eclatanti le scelte legate alle politiche energetiche (nucleare, sfruttamento di idrocarburi...), a quelle agricole e alimentari (uso di diserbanti, controllo delle produzioni...) o sanitarie (emergenza Xylella, gestione dell'epidemia Covid-19...).

Lo scenario attuale è quello di una profonda trasformazione dei rapporti tra scienza, società e politica. In esso la comunità scientifica, compressa tra limiti, aspettative e compromessi, vive una crisi di identità, per uscire dalla quale è necessario dare nuove risposte a domande sul suo ruolo pubblico, sulle pratiche di lavoro, sui legami con il territorio ed il tessuto sociale.

La nuova collana CNR Edizioni “Scienziati in Affanno?”, ideata e diretta da Alba L’Astorina, Cristina Mangia e Alessandra Pugnetti, nasce in questo contesto per dare voce alle riflessioni interne al mondo della ricerca scientifica italiana ed accompagnare una possibile ridefinizione di ruoli, obiettivi e metodi.

Il titolo della collana raccoglie idealmente la staffetta di un percorso avviato nel 2018 con il volume CNR Edizioni *Scienziati in Affanno? Ricerca e Innovazione Responsabili (RRI) in teoria e nelle pratiche*<sup>1</sup>, che già offriva strumenti di lettura e di comprensione dei cambiamenti in atto verso nuove pratiche di ricerca.

Il volume monografico che inaugura la collana, dal titolo *Scienza, politica e società: l’approccio della scienza post-normale*, è dedicato al racconto del cambiamento nell’interazione tra scienza e politica a partire dall’approccio della “scienza post-normale” (PNS).

Lungo le pagine del volume più di 50 autori e autrici condividono visioni, pratiche e riflessioni in una sorta di racconto corale, denso e sfaccettato.

Le prime sezioni del volume offrono un inquadramento dell’attuale tessitura dei rapporti tra scienza, politica e società in Italia, evidenziandone gli aspetti più stridenti e i nodi più critici. Proprio nei contesti di complessità e forte sovrapposizione, in cui “i fatti sono incerti, i valori in discussione, gli interessi elevati e le decisioni urgenti”, si è sviluppato l’approccio della scienza post-normale, qui raccontato nelle sue intenzioni originarie e nei suoi possibili sviluppi futuri dagli stessi fondatori Jerome Ravetz e Silvio Funtowicz. L’approccio è poi descritto nelle sue molte applicazioni da ricercatrici e ricercatori provenienti da diverse discipline, accomunati dall’aver accolto la sfida di una scienza “scomoda”.

La narrazione si allarga, approfondendo uno dopo l’altro aspetti strettamente correlati con la PNS e le trasformazioni in corso nel panorama scientifico italiano. Responsabilità, comunità, partecipazione, dialogo, co-creazione sono concetti chiave negli approcci, spesso sperimentali, proposti e discussi dai vari autori. Essi caratterizzano le esperienze di ricerca in vari ambiti disciplinari – dalla epidemiologia all’urbanistica, dall’ecologia alla pedagogia, dall’analisi del rischio allo studio dei cambiamenti climatici – ma improntano anche riflessioni etiche ed epistemiche sulla creazione di conoscenza dentro e fuori dall’ambito accademico.

Gli scricchiolii del paradigma attuale, i tentativi di riflessione e ridefinizione dei ruoli che sono in atto, non devono tuttavia restare confinati nella discussione

<sup>1</sup> A. L’Astorina, M. Di Fiore, *Scienziati in affanno. Ricerca e innovazione responsabili (RRI) in teoria e nelle pratiche*, Roma, CNR Edizioni, 2018, DOI.org/10.26324.

interna alla comunità scientifica italiana. Per questa ragione i contributi finali allargano lo sguardo al panorama europeo e ai luoghi di interfaccia tra scienza, società e policy-making.

La lettura delle tante storie raccolte nel volume, lungi dall'esaurire l'argomento, invita il lettore ad immergersi nelle domande più scomode, ad esplorare i territori di confine, rivendicando il dubbio e la relazione come atteggiamenti fondamentali del fare scienza.





## Elenco degli autori

1. Grazia Ambrosino – Presidente Cooperativa e Impresa sociale Aforisma, Pisa
2. Sveva Avveduto – Istituto di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali (CNR-IRPPS), Roma; Associazione Donne e Scienza, Roma
3. Ludovica Azzali – Associazione Radioimmaginaria Media Hub – Castel Guelfo di Bologna
4. Francesca Baroni – Città metropolitana di Bologna, Area Sviluppo sociale, Bologna
5. Giorgia Bassi – Istituto di Informatica e Telematica (CNR-IIT), Pisa
6. Luca Giorgio Bellucci – Istituto di Scienze Marine (CNR-ISMAR), Bologna
7. Anna Flavia Bianchi – Ricercatrice indipendente, Bologna
8. Simona Boninelli – Istituto per la Microelettronica e i Microsistemi (CNR-IMM), Catania
9. Alan Borsari – Associazione Radioimmaginaria Media Hub, Castel Guelfo di Bologna
10. Sara Calcagnini – Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci, Milano
11. Roberto Camporesi – Associazione Nuova Civiltà delle Macchine APS, Forlì
12. Giovanna Canu – Istituto di Chimica della Materia Condensata e di Tecnologie per l'Energia (CNR-ICMATE), Genova
13. Luciano Celi – Istituto per i Processi Chimico-Fisici (CNR-IPCF), Pisa
14. Fabio Chiarello – Istituto di Fotonica e Nanotecnologie (CNR-IFN), Roma
15. Francesca Cirisano – Istituto di Chimica della Materia Condensata e di Tecnologie per l'Energia (CNR-ICMATE), Genova
16. Maria Angela Citarella – Dipartimento di Filosofia, Sociologia, Pedagogia e Psicologia Applicata (FISSPA), Sezione di Sociologia, Università degli Studi di Padova
17. Patrizia Colella – ITES “A. Olivetti”, Lecce; Associazione Donne e Scienza, Roma
18. Cecilia Collà Ruvolo – Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Roma
19. Laura Criscuolo – Istituto di Geoscienze e Georisorse (CNR-IGG), Pisa

20. Mila D'Angelantonio – Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività (CNR-ISOF), Bologna; Associazione Donne e Scienza, Roma
21. Valerio De Caro – Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Enna “Kore”
22. Italia De Feis – Istituto per le Applicazioni del Calcolo “Mauro Picone” (CNR-IAC), Roma
23. Paola De Nuntiis – Istituto di Scienze dell’Atmosfera e del Clima (CNR-ISAC), Bologna
24. Barbara Dragoni – Unità Relazioni con il Pubblico (CNR-URP), Roma
25. Michele Ferrari – Associazione Radioimmaginaria Media Hub, Castel Guelfo di Bologna
26. Sofia Florio – Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci, Milano
27. Salvatore Fruguglietti – Le Nuvole - Città della scienza, Napoli
28. Daniela Gaggero – Unità Comunicazione del CNR, Genova
29. Barbara Gallavotti – Scrittrice e divulgatrice scientifica
30. Paolo Giardullo – Dipartimento di Filosofia, Sociologia, Pedagogia e Psicologia Applicata (FISSPA), Sezione di Sociologia, Università degli Studi di Padova
31. Emanuela Gilli – Museo di Storia Naturale e Archeologia di Montebelluna
32. Stefania Giuffrida – Istituto per le Applicazioni del Calcolo “Mauro Picone” (CNR-IAC), Roma
33. Simona Giugliano – Sapienza Università di Roma
34. Silvia Giuliani – Istituto di Scienze Marine (CNR-ISMAR), Bologna
35. Daniele Gouthier – Scienza Express, Trieste
36. Paola Govoni – Dipartimento di Filosofia e Comunicazione, Università di Bologna; Associazione Donne e Scienza, Roma
37. Beatrice Lami – Istituto di Informatica e Telematica (CNR-IIT), Pisa
38. Renata Łapi ska-Viola – Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività (CNR-ISOF), Bologna
39. Olivia Levrini – Dipartimento di Fisica e Astronomia “Augusto Righi”, Università di Bologna
40. Flavio Lombardi – Istituto per le Applicazioni del Calcolo “Mauro Picone” (CNR-IAC), Roma
41. Giorgio Lulli – Istituto per la Microelettronica e i Microsistemi (CNR-IMM), Bologna
42. Cristina Mangia – Istituto di Scienze dell’Atmosfera e del Clima (CNR-ISAC), Lecce; Associazione Donne e Scienza, Roma
43. Silvia Mattoni – Unità Relazioni con il Pubblico (CNR-URP), Roma

## Elenco degli autori

44. Sergio Mazza – Unità Relazioni con il Pubblico (CNR-URP), Roma
45. Francesca Messina – Unità Comunicazione del CNR, Genova
46. Maria Miritello – Istituto per la Microelettronica e i Microsistemi (CNR-IMM), Catania
47. Francesco Mocellin – Istituto di Chimica della Materia Condensata e di Tecnologie per l'Energia (CNR-ICMATE), Genova
48. Carmela Palazzolo – Lepida, Bologna
49. Giuseppe Pellegrini – Cosmo Cooperativa Sociale, Vicenza
50. Stefania Piquerdu – Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci, Milano
51. Sabrina Presto – Istituto di Chimica della Materia Condensata e di Tecnologie per l'Energia (CNR- ICMATE), Genova
52. Marco Quaglia – Area di Ricerca Scientifica e Tecnologica di Trieste - Area Science Park
53. Mariangela Ravaioli – Istituto di Scienze Marine (ISMAR-CNR), Bologna; Associazione Donne e Scienza, Roma
55. Giuliana Rubbia – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (CNR-INGV), Roma; Associazione Donne e Scienza, Roma
56. Andrea Rubin – Cosmo Cooperativa Sociale, Vicenza
57. Eva Santini – Istituto di Chimica della Materia Condensata e di Tecnologie per l'Energia (CNR-ICMATE), Genova
58. Filippo Sozzi – Unità Comunicazione del CNR, Genova
59. Fabrizio Stavola – Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci, Milano
60. Elisabetta Strickland – Dipartimento di Matematica, Università di Roma “Tor Vergata”
61. Armida Torreggiani – Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività (CNR-ISOF), Bologna
62. Giorgio Vaccari – Museo di Storia Naturale e Archeologia di Montebelluna
63. Fabrizio Valenza – Istituto di Chimica della Materia Condensata e di Tecnologie per l'Energia (CNR-ICMATE), Genova
64. Laura Venturi – Città metropolitana di Bologna, Area Sviluppo sociale, Bologna
65. Margherita Venturi – Dipartimento di Chimica “Giacomo Ciamician”, Università di Bologna



Consiglio Nazionale delle Ricerche



Opera realizzata in collaborazione con  
l'Unità Relazioni con il Pubblico del CNR

Per sottoporre proposte di articoli:  
<http://ojs.lexis.srl/index.php/QCS/about/submissions>

Questa rivista sottopone tutti i testi ricevuti a revisione paritaria.

I fascicoli sono acquistabili in versione cartacea  
oppure scaricabili gratuitamente in formato digitale  
dal sito  
<http://www.rosenbergesellier.it/ita/riviste/quaderni-di-comunicazione-scientifica>

Pubblicazione semestrale  
Autorizzazione del Tribunale di Torino n. 4 dell'11/2/2022

Direttore responsabile: Silvia Mattoni  
Consiglio Nazionale delle Ricerche, Piazzale Aldo Moro 7, 00185 Roma

Proprietà: Lexis Compagnia Editoriale in Torino srl  
via Carlo Alberto 55, 10123 Torino

© The Author(s) 2022

ISBN 9791259931115



Rosenberg & Sellier è un marchio registrato  
utilizzato per concessione della società Traumann s.s.

*Copertina e logo di Marco Lampis*



[www.rosenbergesellier.it](http://www.rosenbergesellier.it)

