

Impegnati per il clima:
l'Education for Climate Coalition
Mariya Gabriel **p. 12**

Perchè ascoltare i giovani è un imperativo
F. Fricano, F. Brocchieri, F. Bruno,
R. Ianna, A. Negrin, E. Vignola **p. 19**

Il valore dell'Istruzione Inclusiva
Amanda Watkins, Marta Presmanes
e Cor Meijer **p. 24**

Energia Ambiente e Innovazione

ENEA magazine
2/2021
eai.enea.it



GREEN GENERATION

GIOVANI, AMBIENTE E INNOVAZIONE PER
UN FUTURO SOSTENIBILE

LE INTERVISTE: Patrizio Bianchi, Padre Enzo Fortunato, Luca Mercalli, Giorgio Pacifici

Perché vogliamo investire sui giovani



di Gilberto Dialuce, *Presidente ENEA*

Quando nel luglio scorso sono stato invitato dalle Commissioni competenti di Camera e Senato a illustrare il programma che avrei voluto portare avanti come presidente dell'ENEA, al primo posto ho indicato il *“posizionamento sempre più importante sui temi della transizione ecologica, della sostenibilità, dell'energia, della ricerca e nel trasferimento di competenze alla PA, agli enti sul territorio, alle imprese, ai cittadini.”* Tutto ciò attraverso un'ulteriore crescita e rafforzamento delle competenze, professionalità, azioni ed eccellenze dell'Agenzia per contribuire come leva strategica alla ripresa del Paese dopo un periodo così problematico. Anche per questo ho accolto molto positivamente la notizia di un numero della nostra rivista scientifica Energia Ambiente e Innovazione dedicato ai giovani e al mondo della scuola, per approfondire tematiche di particolare interesse per le nuove generazioni quali lo sviluppo sostenibile, il cambiamento climatico, l'economia circolare, le fonti rinnovabili, il capitale naturale, l'inquinamento di aria, acqua, suolo, la sicurezza alimentare, l'utilizzo di tecnologie più rispettose della salute e dell'ambiente per citarne solo alcune.

Sono convinto che la transizione energetica ed ecologica richiedano un profondo cambiamento culturale e che, proprio per questo, sia necessario investire sui giovani, perché è da loro che può arrivare una spinta decisiva al cambiamento. Lo sottolinea con chiarezza la Commissaria Europea per l'innovazione, la ricerca, la cultura, l'istruzione e i giovani Mariya Gabriel quando afferma che *“le giovani generazioni sono diventate una voce potente per l'azione contro il cambiamento climatico. Tutti noi siamo stati testimoni dell'energia e dell'entusiasmo dei giovani, in Europa e in tutto il mondo per cambiare il modo in cui organizziamo le nostre vite, la nostra economia e la nostra società”*. E lo ha evidenziato con chiarezza il Ministro della Transizione ecologica Roberto Cingolani nell'inaugurare la 'Youth4Climate', l'evento che ha riunito a Milano 400 giovani di 186 paesi impegnati nel cambiamento climatico. *“E' la prima volta che si fa un esperimento di governo dei giovani, un vero e proprio esperimento di governo del futuro. Questi giovani rappresentano una comunità immensa e saranno i futuri decisori”*.

In questo contesto, il mondo della scuola ha un ruolo strategico: infatti, come dichiara il Ministro dell'Istruzione Patrizio Bianchi *“se vogliamo realizzare il cambiamento necessario e preparare un futuro sostenibile, dobbiamo partire dalla scuola, il luogo in cui si formano le coscienze di studentesse e studenti, in cui si diventa cittadini consapevoli dei propri diritti e dei propri doveri”*. Da questa constatazione è nato il piano *“RiGenerazione Scuola”*, presentato prima dell'estate dal Ministro e dalla sottosegretaria Barbara Floridia per dare concretezza ad una transizione ecologica e culturale, mettendo insieme istituzioni, enti, organizzazioni territoriali, insieme a tutta la comunità scolastica.

Come ENEA siamo pienamente coinvolti nell'attuazione di questo Piano attraverso la partecipazione nel Comitato Tecnico-Scientifico di Tullio Berlinghi, componente del nostro Consiglio di Amministrazione, e nella Rete nazionale per l'implementazione delle iniziative in materia di sviluppo sostenibile nelle scuole – Green Community di Roberto Morabito, Direttore del Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali. Istituito nel 2015 per supportare la transizione verso nuovi modelli di produzione e consumo più sostenibili (blu-green economy, bioeconomia, economia circolare), favorire l'uso efficiente delle risorse e la chiusura dei cicli, la riduzione e mitigazione degli impatti dei cambiamenti climatici, la protezione del capitale naturale e la salvaguardia della salute, il Dipartimento conta più di 500 unità di personale qualificato in 13 Centri di Ricerca e grandi Laboratori sul territorio nazionale. L'attenzione al mondo della scuola e all'(in)formazione sui temi ambientali rientra nelle sue attività prioritarie anche nella prospettiva

di promuovere la consapevolezza sulla necessità di cambiamenti culturali e nei comportamenti attraverso l'informazione e la conoscenza. Ma attività per insegnanti e studenti vengono realizzate da tutta l'ENEA, insieme a progetti di percorsi per le competenze trasversali, i cosiddetti PCTO, già alternanza scuola-lavoro e attraverso iniziative di e-learning sviluppate soprattutto durante il periodo della pandemia.

Nei miei 40 anni di esperienza nel settore dell'energia ho avuto modo di conoscere l'ENEA e di apprezzarne l'innegabile patrimonio di conoscenze tecnico-scientifiche e il costante impegno nel 'portarle fuori' dai laboratori per metterle a disposizione della società civile.

Di fatto, come istituzione di ricerca, vogliamo mettere a disposizione delle nuove generazioni informazioni, dati scientifici, soluzioni tecnologiche, affinché possano partecipare al cambiamento, alle decisioni importanti e costruire un futuro sostenibile. Per questo vogliamo rafforzare il dialogo con loro e dare risposte alla loro voglia e al loro bisogno di conoscere, di informarsi, di capire e soddisfare, nella misura del possibile, la loro curiosità e la loro passione.

In questi anni ragazze e ragazzi di tutto il mondo hanno espresso le loro preoccupazioni per il futuro del pianeta con manifestazioni pubbliche, proteste contro gli adulti che "rubano il nostro futuro" e appelli ai potenti della terra a "fare presto". La collaborazione tra istituzioni e cittadini, supportata dagli esperti della ricerca, può essere, da questo punto di vista, la chiave di volta per evitare diffidenze e contrasti fra generazioni. Siamo consapevoli che per garantire un futuro sostenibile occorre invertire la rotta, contrastare con decisione la crisi climatica e il consumo smoderato di risorse. E quanto stiamo vivendo in termini di emergenza sanitaria ci impone una riflessione ancora più ampia sulla necessità di ridisegnare il nostro modo di pensare e affrontare le questioni, mettendo al centro i concetti di vulnerabilità e resilienza, nonché di prevenzione.

La ricerca e l'innovazione possono avere una collocazione di primo piano in questo processo, rendendo disponibili strumenti per favorire la promozione e la trasformazione delle politiche in chiave sostenibile, per supportare modelli circolari di produzione, l'eco-innovazione nei cicli di vita e lo sviluppo di tecnologie, metodologie e strumenti che favoriscano l'integrazione di competenze diverse.

In questa prospettiva è possibile guardare con più ottimismo al futuro, a condizione, però, di promuovere un cambiamento strutturale e culturale che miri alla sostenibilità e alla transizione ecologica, attraverso un percorso inclusivo che preveda la collaborazione di tutti gli attori chiamati a scelte e azioni determinanti. Le istituzioni dovranno fornire politiche con chiare strategie e piani di azione; le imprese dovranno andare verso nuovi modelli di produzione e i cittadini ripensare con coraggio e responsabilità il loro stile di vita nella consapevolezza dell'importanza di tutelare il pianeta e le sue risorse a beneficio di tutti, come ci chiedono le nuove generazioni.

A handwritten signature in dark ink, appearing to be the initials 'F.lli' or similar, written in a cursive style.

Green Generation



Questo numero della nostra rivista è dedicato alle giovani generazioni e a tutto quel vasto mondo di adulti - dai genitori agli insegnanti, agli operatori culturali in generale - che si interfaccia con loro quotidianamente, cercando di trovare risposte alle loro domande e bisogni. In particolare, non vogliamo dimenticare le centinaia di migliaia di ragazze e ragazzi di tutto il mondo che prima di essere bloccati in casa dalla pandemia, scendevano nelle piazze per chiedere alla politica di ascoltare la scienza e combattere con azioni concrete il cambiamento climatico. Con loro vogliamo dialogare sempre di più, nella convinzione che la ricerca può (e deve) dare un contributo fattivo sui temi che i giovani ritengono essenziali per il loro futuro. Con questo spirito nasce 'Green Generation - Giovani, ambiente e innovazione per un futuro sostenibile', con testi pensati e scritti in un linguaggio il più possibile chiaro e diretto, coinvolgendo esponenti delle istituzioni nazionali e internazionali, il Ministro dell'Istruzione **Patrizio Bianchi** e la Commissaria Europea per l'innovazione, la ricerca, la cultura, l'istruzione e i giovani **Mariya Gabriel**, **Padre Vincenzo Fortunato**, il portavoce di 'The Economy of Francesco', l'evento voluto dal Papa per proporre agli Under 35 un'economia sostenibile, e **Cor Meijer**, Direttore dell'Agenzia europea per i bisogni educativi speciali e l'istruzione inclusiva, solo per citarne alcuni. Al loro fianco, esponenti del mondo dell'istruzione, della scrittura, del giornalismo e della divulgazione scientifica come **Luca Mercalli**, **Giorgio Pacifici**, **Letizia Palmisano**, **Vittorio Bo**, **Claudia Ribet**, **Rosa Tiziana Bruno**, i giovani attivisti dei **Fridays For Future Italia** e gli esperti del **Ministero della Transizione Ecologica**.

Protagonisti di primo piano di queste pagine sono gli insegnanti che inseriscono con passione e competenza le tematiche ambientali nei percorsi formativi. A loro e agli studenti è dedicata, in particolare, la sezione Focus con i contributi dei ricercatori ENEA e, soprattutto, del Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali che si è dotato di uno specifico team per le attività con le scuole. Ai loro contributi si sono affiancati quelli degli altri Dipartimenti ENEA, all'insegna di quell'approccio multidisciplinare e trasversale che contraddistingue l'Agenzia.

Prima di augurarvi buona lettura, vorrei citare tre frasi estratte da alcuni degli articoli pubblicati sulla rivista. La prima è "dobbiamo puntare sui giovani, perché la transizione ecologica richiede un cambiamento culturale" ed è del nostro nuovo presidente, **Gilberto Dialuce**; la seconda è di **Luigi Ferrieri Caputi**, attivista di Fridays For Future Italia: "quando parliamo di cambiamenti climatici non stiamo discutendo di una 'questione di ambiente', ma del più grande sconvolgimento sociale, economico e politico mai vissuto". La terza è di **Anna Filiberta Chirulli**, docente presso la Scuola primaria Don Bosco di Grottaglie, in provincia di Taranto: "in questi anni ho visto crescere in questi 'piccoli cittadini', lo sforzo di adottare comportamenti virtuosi, di rispetto per il nostro pianeta".

Queste affermazioni rendono ancor più evidenti le responsabilità che tutti noi abbiamo di dare un futuro sostenibile alla 'green generation'. E come dimostra l'allarme lanciato dall'IPCC, l'International Panel on Climate Change nel report diffuso i primi di agosto, Il tempo a disposizione per evitare conseguenze devastanti per il pianeta e le nostre vite è molto poco.

A questa sfida il mondo della ricerca può dare un contributo essenziale con tecnologie e soluzioni innovative, analisi, studi, valutazioni di impatti e scenari, ma anche con un dialogo costante e un'informazione scientificamente rigorosa che promuova una nuova cultura, nuovi atteggiamenti, comportamenti, nuove scelte e stili di vita.

Cristina Corazza

N. 2 Maggio - Luglio 2021

Direttore Responsabile

Cristina Corazza

Comitato di direzione

Ilaria Bertini, Alessandro Coppola, Alessandro Dodaro,
Giorgio Graditi, Roberto Morabito, Diana Savelli

Comitato tecnico-scientifico

Paola Batistoni, Marco Casagni, Francesco Gracceva,
Mario Jorizzo, Chiara Martini, Federica Porcellana,
Franco Roca

Redazione

Laura Di Pietro, Roberto De Ritis, Paola Giaquinto,
Laura Moretti, Fabiola Falconieri (per i testi in inglese)

Progetto grafico ed elaborazione tecnica

Paola Carabotta

Edizione web

Antonella Andreini, Serena Lucibello

Promozione e comunicazione

Paola Giaquinto

Stampa

Laboratorio Tecnografico
Centro Ricerche ENEA Frascati
Numero chiuso nel mese di luglio 2021

Registrazione

Tribunale Civile di Roma
Numero 42/2019 del 28 marzo 2019
(versione stampata)
Numero 43/2019 del 28 marzo 2019
(versione telematica)



19 Educare al pensiero ecologico per un apprendimento efficace e duraturo
di Rosa Tiziana Bruno

- 01 Perché vogliamo investire sui giovani *di Gilberto Dialuce*
- 03 Green Generation *by Cristina Corazza*

GLI INTERVENTI

- 06 Investiamo sull'istruzione per preparare un futuro sostenibile
Intervista a Patrizio Bianchi
- 09 Le azioni di (in)formazione ENEA per la transizione ecologica
di Roberto Morabito

GLI SCENARI

- 12 Impegnati per il clima: l'Education for Climate Coalition *di Mariya Gabriel*
- 19 Dalla protesta alla proposta: perché ascoltare i giovani sul clima è un'imperativo
di Federica Fricano, Federico Brocchieri, Francesco Bruno, Roberta Ianna, Alessandro Negrin, Emanuela Vignola
- 21 Educare al pensiero ecologico per un apprendimento efficace e duraturo
di Rosa Tiziana Bruno
- 24 Il valore dell'Istruzione Inclusiva
di Amanda Watkins, Marta Presmanes e Cor Meijer
- 29 Il tempo delle parole e delle attese è finito. Adesso servono i fatti
di Luigi Ferrieri Caputi
- 32 La creatività (e la cioccolata) salveranno il mondo *di Letizia Palmisano*
- 35 Comunicare le sfide a giovani e insegnanti: il Festival delle Scienze di Roma
di Vittorio Bo e Claudia Ribet
- 38 Dal laboratorio all'aula: ENEA per il mondo della scuola *di Laura Di Pietro*
- 41 La Notte Europea dei Ricercatori e il Progetto NET
di Fabiola Falconieri e Claudia Ceccarelli

Sommario



29 Il tempo delle parole e delle attese è finito. Adesso servono i fatti
di Luigi Ferrieri Caputi

32 La creatività (e la cioccolata) salveranno il mondo
di Letizia Palmisano

35 Comunicare le sfide ai giovani e insegnanti: il Festival delle Scienze di Roma
di Vittorio Bo e Claudia Ribet

LE INTERVISTE

- 44** *Padre Enzo Fortunato*
Le nuove generazioni possono cambiare il mondo
- 48** *Luca Mercalli*
Ai giovani dobbiamo dire le cose come stanno
- 52** *Giorgio Pacifici*
Ragazzi, non abbiate timore di essere controcorrente
- 55** *Intervista agli insegnanti*
La parola alle insegnanti

FOCUS ENEA

- 59** In missione con i supereroi per salvare il pianeta
di Caterina Arcangeli, Clarice Patrono, Antonella Testa
- 63** Il cambiamento climatico, la COP26 e i giovani
di Martina Iorio, Sergio La Motta, Maria Velardi
- 66** Il Capitale Naturale: un patrimonio (a rischio) da proteggere e valorizzare
di Fabio Eboli, Elisabetta Salvatori, Giacomo Pallante
- 69** I deserti e il rischio desertificazione *di Maurizio Sciortino*
- 72** Il mare: non solo vacanze, non solo estate! *di Carla Creo*
- 75** Microplastiche, una presenza sempre più diffusa negli ecosistemi acquatici
di Marinella Abbate, Federica Colucci, Maria Sighicelli
- 78** Alla scoperta del nuovo coronavirus: domande e risposte
di Ilaria De Stefano, Flavia Novelli, Emanuela Pasquali
- 80** Dalla salute dell'oceano dipende il destino della Terra
di Chiara Lombardi
- 84** Salvare i poli per preservare l'equilibrio del pianeta *di Alcide Di Sarra*

- 88** 'Prevenire' i terremoti con la cultura della sicurezza *di Paolo Clemente*
- 92** La "cassetta degli attrezzi" dell'economia circolare
di Veronica Scutari, Francesca Ceruti, Erika Mancuso
- 95** Impariamo a ridurre la nostra impronta ecologica *di Rocco Pentassuglia*
- 97** Circolare! Le buone pratiche italiane di economia circolare *di Paola Nobili*
- 100** L'acqua? Un mondo avventuroso e colorato
di Michela Langone e Luigi Petta
- 104** Compostiamoci bene! *di Fabio Musmeci*
- 106** Ma quali rifiuti! I nostri vecchi computer sono una vera e propria miniera
di Federica Forte e Danilo Fontana
- 109** Sai cosa mangi? L'importanza di cibi di qualità, sicuri e rintracciabili
di Claudia Zoani e Ombretta Presenti
- 113** Il ruolo dei microrganismi per un cibo sano e sostenibile
di Annamaria Bevivino e Antonella Del Fiore
- 117** Coltivare orti in ogni spazio: le fattorie verticali
di Luca Nardi, Ombretta Presenti, Giulio Metelli e Marco Garegnani
- 121** Batteri restauratori: microrganismi al servizio dell'arte
di Giada Migliore e Flavia Tasso
- 126** Le tante vite di Rina la mascherina
di Barbara Palazzo e Maria Lucia Protopapa
- 129** Sole, mare, vento, acqua: dalla natura, un giacimento di energia pulita
di Laura Moretti
- 133** L'energia delle stelle *di Alessandro Dodaro*
- 135** Idrogeno, un 'ponte' verso il mondo rinnovabile
di Francesca Santoni e Giulia Monteleone
- 138** Progetti&Percorsi per far conoscere l'efficienza energetica alle nuove generazioni
di Maria Ludovica Bitonti

Gli interventi

Investiamo sull'istruzione per preparare un futuro sostenibile

Se vogliamo realizzare gli obiettivi dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite e portare avanti la transizione ecologica e culturale necessaria per azzerare le emissioni inquinanti nel mondo, dobbiamo investire sull'istruzione. La scuola è il punto di partenza del cambiamento indispensabile a preparare un futuro sostenibile: è il luogo in cui si formano le coscienze e si diventa cittadini consapevoli dei propri diritti e dei propri doveri.

DOI 10.12910/EAI2021-031



Intervista con **Patrizio Bianchi**, Ministro dell'Istruzione

PATRIZIO BIANCHI è ministro dell'Istruzione dalla metà di febbraio scorso. Professore ordinario di economia applicata all'Università di Ferrara di cui è stato anche Rettore fino al 2010 del febbraio scorso, titolare della Cattedra Unesco "Educazione, Crescita ed Eguaglianza" e Coordinatore del Comitato per il rilancio della scuola dopo il COVID-19, è stato Presidente della Fondazione della Conferenza dei Rettori delle Università italiane.

Dal 2010 al 2020, come assessore alle politiche europee per lo sviluppo, scuola, formazione, ricerca, università e lavoro dell'Emilia-Romagna ha gestito, fra l'altro, il riavvio delle attività didattiche e la ricostruzione delle scuole nelle aree colpite dal sisma del 2012 e dato il via all'attivazione del Tecnopolo di Bologna, sede del centro dell'Agenzia europea per le previsioni meteo e del Centro europeo di supercalcolo scientifico. I primi di giugno 2021 ha presentato 'RiGenerazione Scuola', un piano per la transizione ecologica e culturale delle scuole nell'ambito dell'Agenda 2030, e istituito un Comitato tecnico scientifico per definire azioni e attività per formare le nuove

generazioni su energia e ambiente. A lui abbiamo chiesto da che cosa è nata l'idea di 'RiGenerazione Scuola' e in che cosa consiste?

La scuola è il luogo in cui si formano le coscienze di studentesse e studenti, in cui si diventa cittadini consapevoli dei propri diritti e dei propri doveri. Se vogliamo realizzare il cambiamento necessario e preparare un futuro sostenibile, dobbiamo partire da lì. Per realizzare gli obiettivi dell'Agenda 2030, fissata dalle Nazioni Unite e portare avanti la transizione ecologica necessaria per azzerare le emissioni inquinanti nel mondo, dobbiamo investire sull'istruzione. Da questa constatazione ha origine "RiGenerazione Scuola", il piano nato grazie anche al grande impegno della sottosegretaria Barbara Floridia, che ha la

“Con il piano 'RiGenerazione Scuola' vogliamo dare concretezza a una transizione ecologica e culturale,,



delega alla transizione ecologica. “RiGenerazione Scuola” coinvolgerà istituzioni, enti, organizzazioni territoriali, insieme a tutta la comunità scolastica, per dare concretezza a una transizione ecologica e culturale. Solo insieme, facendo rete, si può affrontare una sfida così importante come il passaggio a una nuova epoca, in cui si definisce un nuovo modo di vivere il nostro pianeta.

Nell’ambito della sua esperienza di docente e scrittore quali sono i passi da compiere per avvicinare i giovani alla sostenibilità e quali gli errori evitare?

Sono i giovani a trasmetterci una maggiore sensibilità verso i temi ambientali. Sono loro a insegnare agli adulti a fare la raccolta differenziata, a mettere in atto abitudini ecosostenibili, a spiegare ai loro genitori e ai loro nonni perché la Terra sta soffrendo e i cambiamenti climatici in atto provocano delle tragedie come quella che ha recentemente colpito il Nord Europa. La scuola è il battito della comunità, una comunità in cui lo scambio culturale tra generazioni crea quel dialogo costruttivo su cui si deve basare una politica di coesione e di inclusione.

Un recente sondaggio dell’Unicef rivela che la maggior parte dei ragazzi tra i 15 e i 19 anni è convinta che sia possibile fare ancora qualche cosa di importante per garantire un futuro più ecosostenibile al pianeta e ai suoi abitanti. Di che risposte e di quali proposte hanno bisogno?

Dobbiamo ascoltare di più i giovani, consapevoli che abbiamo molto da imparare dalla loro sensibilità e curiosità verso il mondo. Gli adolescenti non hanno bisogno solo di risposte, ma di una guida che li aiuti a comprendere le proprie doti, a coltivare il talento, a seguire le proprie idee, a realizzare i propri sogni. In questo la scuola ha un ruolo fondamentale: dare loro la capacità critica e gli strumenti affinché possano compiere le scelte in maniera consapevole e nel rispetto degli altri.

“Sono i giovani a trasmetterci una maggiore sensibilità verso i temi ambientali,,

Nel 2015 sono iniziate le prime proteste di alunni e studenti per chiedere azioni contro il cambiamento climatico; successivamente, nel 2018, è nato Friday For Future, vero e proprio movimento ambientalista internazionale delle nuove generazioni. Quali sono le sfide e le opportunità che i giovani si trovano davanti oggi in campo ambientale?

Le opportunità che i giovani si troveranno davanti saranno tantissime e in continua evoluzione. E non riguarderanno solo alcuni settori: sarà una trasformazione trasversale, che attraverserà le biotecnologie, la manifattura, l’agricoltura, i servizi, il commercio. Siamo di fronte a un cambiamento epocale che può offrire molte occasioni di realizzazione se accompagnato dai cambiamenti necessari. Dobbiamo permettere alle nostre ragazze e ai nostri ragazzi di affrontare le sfide professionali del futuro. Per questo è necessario incentivare, fra l’altro, le materie STEM e riformare la formazione tecnica professionale, obiettivi su cui, con il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, investiremo più risorse.

“Dobbiamo permettere alle nostre ragazze e ai nostri ragazzi di affrontare le sfide professionali del futuro; dobbiamo incentivare le materie STEM,,

Che cosa si può fare per favorire una corretta informazione scientifica a fronte del crescente rischio di fake news e disinformazione? E che ruolo possono avere scienza e ricerca in questo contesto?

Le fake news trovano spesso terreno fertile dove c’è incertezza e paura. È più facile credere a una verità semplice e immediata, piuttosto che prendersi il tempo necessario per approfondire. L’istruzione è l’unica arma che ogni persona ha a disposizione per acquisire gli strumenti necessari a leggere, analizzare e capire la complessità dei temi. Scienza e ricerca sono fondamentali: non c’è crescita culturale né economica possibile se non mettiamo al centro dell’agenda di governo istruzione, scienza e ricerca.



“Istruzione, ricerca e scienza sono fondamentali. Anche contro le fake news,,

Cambiamenti climatici, incertezza sul futuro, disoccupazione e abbandono scolastico: secondo l'Istat sono i giovani ad aver pagato il prezzo più alto di questa pandemia dal punto di vista sociale, culturale ed economico. Che cosa si può fare per rendere più 'sostenibile' a 360 gradi la fase di ripartenza post COVID 19?

La pandemia ha acuito le disuguaglianze sociali e territoriali che già caratterizzavano il nostro sistema. I dati internazionali segnalavano anche negli anni passati una dispersione troppo alta in alcune aree del Paese, in particolare al Sud, mentre altre regioni erano allineate

alla media europea. L'emergenza sanitaria ha accentuato questi divari. Ora abbiamo la possibilità di uscire da questa crisi cambiando, mettendo la scuola al centro del Paese per disegnare una nuova 'normalità' che non lasci indietro nessuno. Lo faremo con il PNRR che è un'occasione straordinaria, ma lo stiamo già facendo con le nostre risorse. Abbiamo investito 2,6 miliardi per l'edilizia scolastica, puntando anche alla costruzione di nuovi asili nido e scuole dell'infanzia, in particolare nelle aree svantaggiate dove si registrano le maggiori carenze; più di 500 milioni per l'innovazione digitale, tra ambienti STEM e cablaggio delle nostre scuole. Non bastano solo le risorse economiche, fondamentale è l'impegno di tutti. Deve esserci un patto di comunità che renda responsabili tutti dell'educazione dei nostri bambini e ragazzi. Ricordiamoci sempre che la scuola è il luogo in cui o le comunità si dividono o ritrovano il senso dell'unità. Noi abbiamo fatto una scelta chiara, la seconda: la scuola non come luogo di divisione sociale, ma come luogo di unità del Paese, di uguaglianza e di democrazia.



Le azioni di (in)formazione ENEA per la transizione ecologica

La scuola ha un ruolo cruciale come strumento formativo dei cittadini, ma anche e soprattutto per il contributo degli studenti nello sviluppo di una “consapevolezza attiva” e nell’indirizzare e modificare i comportamenti di genitori e famiglie in generale. La scuola è anche uno dei maggiori driver per veicolare l’educazione al consumo sostenibile, all’innovazione tecnologica e all’economia circolare attraverso la formazione diretta a studenti, insegnanti e dirigenti.

DOI 10.12910/EAI2021-032



di **Roberto Morabito**, Direttore del Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali ENEA

Il processo di transizione verso un modello economico circolare è tra gli strumenti più rilevanti per poter affrontare le conseguenze economiche della crisi pandemica e creare un’Europa più ecologica e resiliente, come evidenziato nel piano *Next Generation EU*, e coinvolge non solo il mondo della produzione, ma anche quello del consumo che deve necessariamente diventare consumo responsabile e collaborativo, verso un modello che tende ad azzerare gli sprechi e minimizzare i rifiuti.

Diversi documenti sottolineano l’importanza dei cittadini come elemento perno per l’attivazione di politiche bottom-up per facilitare la transizione. Tra questi possiamo ricordare il **target 12.8 del goal 12 dell’Agenda ONU 2030**: “...entro il 2030 garantire che in tutto il mondo le persone ricevano le informazioni necessarie e acquistino consapevolezza in tema di sviluppo sostenibile e stili di vita, in armonia con la natura...” o il Green Deal: “...la partecipazione attiva dei cittadini e la fiducia nella transizione sono fondamentali affinché le politiche possano funzionare e siano accettate...” e ancora: “...**le scuole e le università hanno un ruolo privilegiato per intavolare, con la comunità in generale, un dialogo sui cambiamenti necessari per il successo della transizione...**”. Anche il PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza) dedica due paragrafi al coinvolgimento delle comunità all’interno

della “seconda missione”, denominata **Rivoluzione verde ed ecologica**. Tra le altre cose, la seconda missione si propone di creare *comunità verdi* per la gestione integrata delle risorse e lo sviluppo di turismo sostenibile e *costruire occasioni di divulgazione, cultura e consapevolezza delle sfide ambientali attraverso l’adozione di comportamenti virtuosi, anche attraverso il coinvolgimento di studenti, insegnanti, famiglie e stakeholder locali*.

I riferimenti citati, dall’Agenda ONU 2030 al PNRR italiano, indicano come il **processo di transizione verso un’economia sostenibile** necessiti di un vero e proprio **cambio di paradigma** e del **coinvolgimento dei sistemi urbani e territoriali**. Per un cambio di paradigma non sono sufficienti strumenti tecnologici, finanziari e normativi, che pure ne sono il motore, ma serve anche un profondo ripensamento dei nostri comportamenti, stili di vita e approcci culturali.

In questo quadro, le scuole giocano un ruolo cruciale per essere non solo lo strumento formativo dei cittadini e della classe dirigente del Paese di domani, ma anche e soprattutto per sviluppare una “consapevolezza attiva” ed essere un potente strumento di indirizzo e modifica dei comportamenti delle famiglie in generale. La scuola è sicuramente uno dei maggiori driver per veicolare percorsi di educazione al consumo sostenibile, all’in-



novazione tecnologica e all'economia circolare attraverso formazione diretta agli studenti e agli stessi insegnanti e dirigenti.

ENEA ha realizzato, e continua a farlo, diverse attività di divulgazione rivolte al mondo della scuola attraverso l'offerta di Percorsi per le Competenze Trasversali e per l'Orientamento (PCTO), manifestazioni come la "Notte europea dei Ricercatori" e l'"Isola della sostenibilità". In particolare, il Dipartimento **Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali** ha organizzato dei percorsi formativi in area STEM ed Educazione civica, rivolti agli insegnanti di una rete di scuole pugliesi per finalizzare le attività nei confronti di chi può agire da catalizzatore e moltiplicare quindi la platea di giovani da coinvolgere.

Inoltre, il Dipartimento SSPT ha in corso una convenzione con il Ministero dello Sviluppo Economico dedicata ai consumatori, con due principali azioni: un progetto di divulgazione sul tema dell'"educazione al consumo sostenibile", rivolto al corpo docente di 100 scuole italiane, e un'azione di attivazione di Living Lab territoriali che favoriscano la partecipazione della cittadinanza, soprattutto delle fasce giovanili, per individuare e implementare soluzioni di percorsi di so-

stenibilità territoriale, applicando modelli di smart governance. Il tema del Living Lab è stato sviluppato anche nel progetto, finanziato dall'Agenzia per la Coesione Territoriale, ES-PA (Energia e Sostenibilità per la Pubblica Amministrazione), Linea di intervento 3.2 "Progetto Integrato Territoriale", in cui è stato sviluppato un processo di formazione-informazione e successiva implementazione dei Living Lab. In questo percorso sono stati proposti focus sui rifiuti elettrici ed elettronici (RAEE) e sulle plastiche. E, in parallelo, è stato creato, coinvolto e coordinato un gruppo di comunicazione scolastico per l'elaborazione di note divulgative di tipo scientifico, sotto forma di post pubblicati sui canali social della scuola.

Le attività che il Dipartimento sta portando avanti vogliono favorire il passaggio dal concetto di scuola con attività finalizzate per la propria comunità ristretta (Community School) al concetto di scuola in sinergia con il territorio circostante (School Living Lab) sulle tematiche della sostenibilità. Questo a partire dal potenziamento dell'attività divulgativa, e con sempre maggiore coinvolgimento, fondamentale nel processo di transizione, per poter da un lato favorire la formazione/informazione degli studenti su tematiche di attualità e interesse e, dall'al-



tro, innescare l'attivazione di processi virtuosi di comportamenti sostenibili e circolari all'interno, gettando le basi per diventare volano di una società circolare.

L'ulteriore finalità è volta a rendere la scuola luogo di aggregazione sociale per coinvolgere vari attori territoriali (famiglie, associazioni, imprese, enti locali) nonchè fulcro e promotrice di percorsi verso l'innovazione tecnologica e processi di cultura sostenibile dove tutti gli attori possono iniziare a sviluppare soluzioni innovative e sostenibili a livello locale e replicabili anche in contesti 'esterni' e più ampi.

ENEA ha inoltre promosso la piattaforma italiana degli attori per l'economia circolare (ICESP) che opera nella direzione di innescare, ispirare e supportare processi di transizione circolare con la massima condivisione tra i principali attori, per cogliere le opportunità e le potenzialità dell'economia circolare, trarre i benefici auspicati e superare le barriere facendo fronte alle necessità grazie al confronto e alla diffusione delle buone pratiche (www.icesp.it). La Piattaforma è nata il 31 maggio 2018 come implementazione italiana dell'iniziativa europea ECESP (European Circular Economy Stakeholder Platform) per far convergere iniziative, esperienze, criticità e prospettive che il nostro Paese vuole e può rappresentare in Europa e promuovere l'economia circolare in Italia ("The Italian way for circular economy"). **ICESP ha proposto nella 3° Conferenza annuale, tenutasi nell'ottobre 2020, gli ambiti di intervento prioritari per la ripresa post COVID-19 come Agenda strategica italiana dell'economia circolare, includendo tra questi proprio l'ambito "Formazione, informazione e cultura".**

Queste le 5 proposte:

- **Formazione scolastica:** Introdurre gli insegnamenti di economia circolare nei corsi di formazione iniziale e continua e nei programmi scolastici, a partire dalla scuola primaria, in collaborazione con il Ministero dell'Istruzione e le amministrazioni regionali.
- **Formazione accademica:** favorire l'attivazione di nuovi corsi di Laurea Triennale e Magistrale in economia cir-

colare e corsi post-lauream per la formazione di risorse e nuove figure professionali.

- **Formazione/Riqualificazione professionale del settore privato:** sensibilizzare gli imprenditori sulle pratiche di economia circolare e promuovere percorsi di formazione tecnica, politica e finanziaria ad hoc.
- **Formazione/Riqualificazione professionale per il settore pubblico:** la formazione interna è necessaria per l'adozione degli strumenti offerti. Si auspica di agevolare l'accesso al percorso del Green Public Procurement (e relativa applicazione dei Criteri Minimi Ambientali - CAM).
- **(In)formare la cittadinanza con dati e informazioni affidabili, coerenti, comparabili e verificabili, per favorire il coinvolgimento e la partecipazione attiva ai percorsi di transizione ecologica.**

Non da ultimo, ENEA ha avviato una interlocuzione con il Ministero dell'Istruzione nell'ambito del recente piano **"RiGenerazione Scuola"** che persegue lo sviluppo di una scuola sostenibile, efficiente, sicura e circolare. Il supporto che ENEA ha offerto prevede sia attività di rigenerazione infrastrutturale (con realizzazione di edifici scolastici cosiddetti a emissioni quasi zero, soluzioni basate sulla natura, chiusura dei cicli dell'acqua e dei rifiuti in loco, etc.) sia la costruzione di percorsi (in)formativi per dirigenti e docenti per la rigenerazione dei saperi, delle opportunità e, auspicabilmente, dei comportamenti.

In conclusione, l'impegno di ENEA per favorire il percorso della transizione nel Paese include, da un lato, lo sviluppo di tecnologie e strumenti, dall'altro una serie di azioni per l'implementazione delle pratiche di economia circolare che necessitano di un cambiamento culturale. Tali azioni sono fondate su dialogo, condivisione, (in)formazione dei principali attori, con interventi a livello di educazione primaria, secondaria, accademica e aziendale, fino al coinvolgimento degli stessi, stimolando processi di partecipazione attiva e citizen science.

Impegnati per il clima: l'Education for Climate Coalition

Istruzione e formazione sono fondamentali per accrescere la consapevolezza e avviare iniziative concrete per contrastare il cambiamento climatico. L'Education for Climate Coalition vuole mobilitare il settore dell'istruzione, scuole, università, alunni e corpo insegnante per promuovere soluzioni innovative nel sistema educativo e cambiamenti concreti nei comportamenti. La 'Comunità dell'istruzione sostenibile' è l'elemento centrale di una futura comunità dell'istruzione sostenibile, un ampio movimento oltre i confini nazionali e settoriali per trasformare il Green Deal europeo in realtà.

DOI 10.12910/EAI2021-033



di Mariya Gabriel, Commissaria Europea per l'innovazione, la ricerca, la cultura, l'istruzione e i giovani

La Commissione Europea si è impegnata a fare dell'Europa il primo continente climaticamente neutrale entro il 2050, sviluppando un'economia sostenibile, che non lasci indietro nessuno; l'European Green Deal, presentato nel dicembre 2020, incarna questa volontà e delinea una vera e propria roadmap per raggiungere gli obiettivi prefissati. Tuttavia, per tradurre questa strategia nella pratica, occorre coinvolgere tutte le parti interessate, dal mondo della ricerca alle imprese, ai cittadini. **Senza alcun dubbio, l'istruzione e la formazione sono fondamentali per accrescere la consapevolezza e innescare un insieme di iniziative concrete per affrontare il cambiamento climatico; per questo nei prossimi mesi contribuiremo alla dimensione educativa del Green Deal con due iniziative di rilievo: una proposta di Raccomandazione del Consiglio sull'educazione alla sostenibilità am-**

biennale e un quadro di competenze europee sui cambiamenti climatici e lo sviluppo sostenibile. Questi due strumenti possono essere utilizzati per creare una comprensione e una visione condivisa tra gli Stati membri dell'UE sulle tematiche relative all'istruzione; un'azione estremamente importante tenuto conto che l'ambiente è una competenza nazionale. Ma c'è un'altra iniziativa che vorrei menzionare più in dettaglio perché il suo approccio su larga scala e 'dal basso' la rende particolarmente rilevante e interessante: si tratta dell'Education for Climate Coalition, la Coalizione per l'Educazione sul Clima, con la quale vogliamo promuovere una vasta mobilitazione del settore dell'educazione: per questo ci rivolgeremo sia ai più alti livelli politici sia a tutte le parti interessate che operano sul campo, come le istituzioni educative, gli insegnanti, i cittadini. La Coalizione Education for Climate

si sviluppa nell'ambito dell'iniziativa politica dello Spazio Europeo dell'Educazione, che vogliamo realizzare entro il 2025 e avrà una forte dimensione ambientale a cominciare dalla promozione di cambiamenti comportamentali, al rafforzamento delle competenze nel campo dell'economia verde e lo sviluppo di nuove infrastrutture di educazione e formazione sostenibili.

Mobilitare la comunità dell'educazione

Quando ho annunciato il lancio della Coalizione per l'Educazione sul Clima in occasione del Terzo Summit Europeo sull'Educazione il 10 dicembre 2020, ho sottolineato con chiarezza che l'obiettivo è di "mobilitare la comunità dell'educazione attraverso azioni a sostegno della neutralità climatica e dello sviluppo sostenibile". E' stato emozionante vedere come questa iniziativa sia stata ben accolta



dai nostri stakeholder in tutta Europa: un primo sondaggio online lanciato il giorno stesso per identificare i progetti esistenti e i futuri collaboratori della Coalizione, ha ricevuto oltre 576 risposte da educatori, studenti e istituzioni. Un segnale forte e un mandato sostanziale per rendere la Coalizione un elemento chiave dell'attuazione del Green Deal, tenuto conto che la **transizione verso un'economia circolare, sostenibile dal punto di vista ambientale e neutrale sotto il profilo climatico, ha un impatto occupazionale e sociale significativo.**

Ad oggi, nonostante il cambiamento climatico emerga come una priorità assoluta per i cittadini europei, secondo l'ultima indagine dell'Eurobarometro, il divario tra preoccupazione e azione concreta rimane un problema. Per colmare questo gap, la Commissione sostiene gli istituti di istruzione nel desiderio di rinnovamento, nella modifica dei comportamenti e delle competenze delle persone. Insieme agli Stati membri dell'UE e alle parti interessate, la Commissione può svi-

luppare la ricca esperienza già fatta in questo campo attraverso il suo pool di network, partenariati e progetti educativi. Tra il 2014 e la fine del 2019, Erasmus+ ha finanziato quasi 5.000 progetti ambientali. Tali progetti e iniziative, ma anche network e piattaforme molto efficaci quali eTwinning, School Education Gateway, STEM Coalition e il progetto Scintix, così come il Forum Europeo della Gioventù, dovranno ora fare un passo avanti per accrescere il numero di partecipanti coinvolti.

La Coalizione si propone di mobilitare le competenze, l'impegno e le reti disponibili per il settore educativo in tutti gli Stati membri; di sostenere la creazione, la sperimentazione e l'attuazione di soluzioni innovative coinvolgendo insegnanti, alunni e studenti, a partire dalla prima infanzia e di seguire l'intero sistema educativo fino all'apprendimento degli adulti. Inoltre, cercherà di fare da catalizzatore per progetti e reti, esistenti o emergenti, che si occupino di cambiamento climatico, per trasformarli in veri

e propri impegni a livello regionale, nazionale e comunitario.

Di fatto, l'obiettivo è di sollecitare l'intera comunità educativa, scuole, università, alunni e insegnanti, ad un rinnovato impegno contro cambiamento climatico, con azioni che abbiano, dove possibile, obiettivi definiti, come ad esempio: la riduzione dei consumi di acqua ed energia nelle scuole, la creazione di piani di mobilità più verdi, la promozione di "mense sane", la ristrutturazione o la costruzione di nuove infrastrutture educative efficienti dal punto di vista energetico e rispettose del clima.

Un'azione su scala europea, che attinga agli input delle coalizioni nazionali può costituire per il mondo dell'istruzione un valore reale, ad esempio, identificando quegli attivisti interessati ad amplificare i loro sforzi; progettando standard di qualità e uno strumento di monitoraggio che indichi i progressi rispetto agli obiettivi quantitativi e qualitativi; realizzando una piattaforma a livello europeo per la dimostrazione, la co-creazione e la

promozione di iniziative nazionali, regionali e locali.

Cinque aree prioritarie

Per come è strutturata, la Coalizione propone uno sviluppo graduale: dagli impegni individuali, di istituzioni educative in tutta Europa a contribuire con azioni concrete – eliminare i rifiuti in classe, l'efficientamento energetico di una scuola, valorizzare l'inserimento dei temi del cambiamento climatico nel curriculum di un particolare corso di laurea - fino ad un'ampia cooperazione tra scuole e istituzioni educative in tutta Europa, sviluppando insieme progetti e una migliore integrazione dei temi della sostenibilità nell'insegnamento e nell'apprendimento. Tale cooperazione dovrebbe permettere l'ampliamento dei progetti di successo e l'apprendimento dalle esperienze altrui, ma genererà nuovi progetti e approcci, nuove idee che alimenteranno la transizione verde.

La Coalizione è l'elemento centrale di una futura comunità dell'istruzione verde, un ampio movimento oltre i confini nazionali e settoriali, che si impegna in Europa a trasformare il Green Deal in realtà. E' quindi fondamentale che raggiunga non solo le scuole, ma l'intero sistema educativo nazionale, dalla prima infanzia, alle scuole, all'istruzione superiore fino al settore dell'apprendimento degli adulti: abbiamo bisogno della creatività e dell'entusiasmo, dell'esperienza e della competenza di studenti e insegnanti di tutte le età per ottenere il massimo e creare un impatto reale sulle nostre società.

La Coalizione si concentrerà su cinque grandi aree prioritarie, che dovranno 'fare da guida' alle parti interessate e stimolare sinergie tra progetti e impegni presi:

- Acquisizione di competenze nel campo della sostenibilità, includendo approcci interdisciplinari e innovativi per l'insegnamento di questa tematica, in collegamento

con il quadro di competenze sul cambiamento climatico che sarà adottato nel 2021;

- Formazione degli insegnanti, compresi accesso facilitato alla ricerca e aiuto a insegnanti ed educatori a collegare le materie di diverse discipline;
- Cambiamento di comportamenti e lavoro con valori e norme, anche attraverso un apprendimento esperienziale basato su progetti reali, condotto dalle scuole con i genitori, le imprese locali e la comunità;
- Rafforzamento dell'interazione istruzione-scienza, anche con l'associazione delle scuole a progetti di ricerca, con approcci di citizen science in collaborazione con laboratori di istituti di ricerca e università;
- Accrescimento della consapevolezza, anche attraverso attività mirate alla lotta alla disinformazione e alla promozione del pensiero critico.

La Coalizione è un'iniziativa inclusiva e dal basso, progettata e realizzata attraverso la co-creazione con le parti interessate. Anche per questo le attività previste inizieranno con una serie di focus group e di workshop, coinvolgendo insegnanti, studenti, movimenti giovanili e altri soggetti che hanno voluto iniziative e progetti

di educazione green per il pubblico, selezionati in base a criteri che garantiscano la più ampia diversità in termini di partecipazione, di focus e di temi (legati alle cinque priorità della Coalizione), nonché dei livelli di connettività digitale.

Assicurare un'educazione alla sostenibilità nello Spazio educativo europeo

Questi criteri non solo assicurano una forte diversità di persone, argomenti e distribuzione geografica, ma contribuiranno anche a fare in modo che la Commissione dia grande rilievo all'istruzione sul clima, ai progetti in campo e alle diverse casistiche. Perché solo **insieme a tutti quegli attori sarà possibile definire i successi e i fattori abilitanti, le principali sfide e gli ostacoli che i progetti avranno dovuto affrontare.** Daremo sostanza alle aspettative e alle intenzioni dei futuri membri.

Nel percorso di 'costruzione' della Coalizione sarà possibile includere tutti i tipi di stakeholder, a livello nazionale, regionale e comunitario: rappresentanti dell'industria, delle parti sociali, membri del Parlamento Europeo e molti altri saranno consultati attraverso workshop dedicati. Beneficeremo quindi delle ottime intuizioni e dell'esperienza delle parti interes-



sate, contribuendo così a creare un senso di appartenenza all'Education for Climate Coalition.

Quest'obiettivo molto sfidante e ambizioso deve essere collocato in un contesto più ampio, ovvero quello di assicurare un'educazione alla sostenibilità nello Spazio educativo europeo.

Abbiamo anche istituito l'European Education and Training Expert Panel, un gruppo di esperti per l'istruzione e la formazione con il compito individuare le priorità per la cooperazione europea nel settore dell'istruzione, per il prossimo decennio.

In particolare dai lavori del gruppo è emersa l'importanza di andare oltre la consapevolezza ambientale per sviluppare invece, attraverso l'istruzione scolastica, una solida conoscenza della sostenibilità e promuovere un cambiamento nelle abitudini e nei comportamenti individuali. E' stato anche evidenziato come durante il periodo di istruzione primaria e secondaria gli insegnanti potrebbero focalizzare l'attenzione sulla relazione tra le aree tematiche, il che potrebbe rendere più facile l'integrazione di studi sullo sviluppo sostenibile nei curricula universitari. Inoltre è emersa l'importanza della formazione degli insegnanti e dell'inserimento di moduli sullo sviluppo sostenibile nei programmi speciali per docenti. Tutti questi obiettivi costituiranno la componente essenziale del quadro delle competenze sul

cambiamento climatico e lo sviluppo sostenibile che la Commissione presenterà quest'anno.

A livello di istruzione superiore, l'EIT Climate-KIC, con un focus sulle sfide che abbiamo davanti e l'apprendimento attraverso la pratica, aiuta le persone ad acquisire e sviluppare nuove competenze in modo che possano davvero 'fare la differenza'. Un esempio di programma EIT Climate-KIC è *Pioneers into Practice* che offre esperienze di 'apprendimento trasformativo', consentendo ad adolescenti, laureati, giovani professionisti, cittadini e comunità di sviluppare nuove competenze e mentalità, anche mettendo in contatto organizzazioni e professionisti con background, livelli di esperienza e capacità molto diversi. Questo aiuta i partecipanti ad acquisire competenze pratiche nell'innovazione di sistema attraverso le-learning, workshop, progetti di gruppo sfidanti e stage per una durata massima di sei settimane.

I giovani sono diventati una voce potente contro il cambiamento climatico

Le nostre giovani generazioni sono diventate una voce potente per l'azione contro il cambiamento climatico. Tutti noi siamo stati testimoni dell'energia e dell'entusiasmo delle ragazze e dei ragazzi, in Europa e in tutto il mondo per cambiare il modo in cui organizziamo le nostre vite, la

nostra economia e la nostra società.

La Coalizione mira a incanalare questa energia in un'azione che consenta a alunni e studenti, ma anche alle istituzioni educative nel loro complesso, di 'fare la differenza' per la diffusione di uno stile di vita più sostenibile nelle loro comunità.

Al terzo vertice europeo sull'educazione, la Presidente della Commissione, Ursula Von der Leyen, ha dichiarato: "Con questa iniziativa vogliamo portare un po' dell'energia che si respira nelle strade in tutte le nostre aule. Vogliamo mobilitare l'intera comunità educativa a sostenere gli obiettivi della neutralità climatica e dello sviluppo sostenibile".

Nel giugno 2021, la Commissione Europea ha presentato il risultato del processo di co-creazione e condiviso il progetto della Coalizione con il grande pubblico. In parallelo, è stato lanciato un sito web dedicato (<https://education-for-climate.ec.europa.eu/en>) che offrirà informazioni e strumenti per 'costruire' una comunità e una piattaforma di scambio tra i progetti. Dopo queste azioni, il futuro della Coalizione sarà nelle mani di coloro ai quali la Commissione si rivolge principalmente: alunni e studenti, scuole e università, insegnanti di tutte le età che vogliono fare la differenza. **Sono molto ottimista sul fatto che la Coalizione contribuirà a mobilitare e motivare ulteriormente il nostro ecosistema educativo affinché il Green Deal europeo diventi una solida realtà. Adesso è nelle vostre mani!**

Active for our Climate: The Education for Climate Coalition

The European Commission pledged to make Europe the first climate neutral continent by 2050, with a sustainable economy that leaves no one behind. This commitment is embodied in the European Green Deal, a roadmap for action presented in December 2020. To turn our strategy into practice, we need to work together, with stakeholders from the research to the business world, and citizens. Without any doubt, education and training are key to raise awareness and trigger real action for tackling climate change. In the next months we will contribute to the education dimension of the Green Deal through two important initiatives: a proposal for a Council Recommendation on education for environmental sustainability and a European competence framework on climate change and sustainable development. These two instruments can be used at EU level to create a common understanding and vision among all EU Member States; this is extremely important given that the environment is a national competence.

But there is another initiative that I would like to mention more in detail, because its large-scale and grassroots approach makes it particularly relevant and interesting: the “Education for Climate Coalition”. With this Coalition we aim at having a broad mobilisation across the entire education sector and we will do so by targeting at the same time the higher policy level and the stakeholders in the field, such as education institutions, teachers and citizens. This action is developed under the European Education Area policy initiative, which we want to achieve by 2025. The European Education Area will have a strong environmental dimension, starting from promoting changes in behaviour, boosting skills for the green economy and fostering new sustainable education and training infrastructure. When I announced the launch of the Education for Climate Coalition at the 3rd European Education Summit on the 10th of December 2020, I clearly stressed that the Coalition “will mobilise the education community through actions supporting of climate neutrality and sustainable development.” It was great to see how well this initiative was received by our stakeholders all over Europe: a first online survey launched the same day aiming at identifying existing projects and future contributors to the Coalition received more than 576 responses from educators, students and institutions all over Europe. A strong signal and a substantial mandate to make the Coalition a key element of Europe’s Green Deal activities.

The transition to an environmentally sustainable, circular and climate-neutral economy has significant employment and social impacts. Despite the fact that climate change appeared as a top EU priority for EU citizens in the latest large-scale survey (Eurobarometer), the gap between concern and action remains an issue. Therefore, to close the gap, the Commission supports the education institutions’ transformative ambitions to make a profound change in people’s behaviour and skills.

Together with EU Member States and stakeholders, the Commission can build on the rich experience already gathered in this field by its pool of networks, partnerships and educational projects. Between 2014 and end 2019, Erasmus+ funded close to 5.000 environmental projects. These projects and initiatives as well as highly effective networks and platforms, such like eTwinning, School Education Gateway, STEM Coalition, Scientix project, as well as the European Youth Forum, will now need to step up to engage even more participants into action.

The *Education for Climate Coalition* will help mobilise available expertise, commitment and networks in education across the Member States. It will support the creation, testing and implementation of innovative solutions with teachers, pupils and students, from early childhood education and care up the whole education system to adult learning. It will catalyse existing and emerging projects and networks dealing with climate change, turning them into concrete pledges for action at regional, national and EU level. The Coalition’s objective is to mobilise the whole education community, schools, universities, their pupils and teacher body, through a renewed commitment for climate change and actions with quantified targets, where possible. These could focus on reducing water and energy use in schools, setting-up greener mobility plans, promoting ‘healthy canteens’, renovating or building

new, energy-efficient and climate-friendly education infrastructure.

Acting on a European scale through drawing on the inputs from National Coalitions can bring real value to the education community. For example, identifying potential pledgers that could be interested in scaling-up their efforts, design quality standards and a monitoring tool that indicates progress with regard to quantitative and qualitative targets; provide an EU-wide platform for demonstration, co-creation and promotion of national, regional, local initiatives. The design of the Coalition will invite for a gradual development: from individual pledges of education institutions all over Europe to contribute with concrete actions – waste reduction in my classroom, energy efficient renovation of another school, better integration of climate change into the curriculum of a particular master-course – to broad cooperation between schools and education institutions all over Europe, working together on projects and a better integration of sustainability issues in the teaching and learning. Such cooperation should not only allow for the up-scaling of successful projects and the learning from each others' experiences but will result in new projects and approaches, new ideas feeding the green transition on the ground. For me, the Coalition is the core element of a future green education community, a broad movement beyond the national and sectorial borders, which is committed to making the Green Deal a reality in Europe. And therefore it is key to me that the Coalition reaches out not only to schools, but to the whole of the national education systems, from early childhood education and care over schools and higher education to the adult learning sector: we need the creativity and enthusiasm, the experience and competence from learners and teachers of all ages to make the most out of the Coalition and to create a real impact on our societies.

The Education for Climate Coalition will focus on five main priority areas guiding the stakeholders and boosting synergies between the projects and pledges. These priority areas are:

- Acquisition of sustainability skills, including interdisciplinary and innovative approaches to teaching sustainability topics, linked to the competence framework on climate change to be adopted in 2021.
- Teacher training, including easing access to research and helping teachers and educators to bridge subjects in different disciplines.
- Change in behaviour and work with values and norms, including through concrete project-based, experiential learning led by schools with parents, local businesses and the wider community.
- Strengthened education-science interaction, including through associating schools to research projects via citizen science approaches in cooperation with labs of research institutions and universities.
- Awareness-raising, including activities targeted at the fight against disinformation and fostering critical-thinking

The Education for Climate Coalition is an inclusive and bottom-up initiative designed and implemented through co-creation with stakeholders. Work will start by a series of focus groups and workshops, including teachers, students, youth movements and other actors that have been driving green education activities on the ground. They were selected based on criteria, which guarantee the broadest diversity of projects in terms of participation structures, activity focus and theme (linked to the Coalition five priorities) as well as digital connectivity levels.

The criteria not only ensure a high diversity of people, topics and geographical distribution, but they also help to make sure that the Commission promotes the most important and diverse education for climate projects and cases. And only together with these actors the Coalition will define success and enabling factors, main challenges and hurdles the projects went through. In addition, we will also shape the expectations and intentions of the future members of the Coalition.

In the modelling process of the Education for Climate Coalition, there will be opportunities to include all types of stakeholders in the conversations at national, regional and EU level. Representatives of industry, social partners, members of the European Parliament and many others will be consulted through dedicated workshops to take place in April and May. We will benefit from the rich insights and experience of stakeholders while helping create ownership in the Education for Climate Coalition.

This high ambition needs to be seen in the broader context of delivering green and sustainability education for the European Education Area. We also set up, for example, the European Education and Training Expert Panel with the objective of providing insights into priorities for the next decade of EU cooperation in education. This Panel emphasised the need to move beyond awareness raising and to build up a solid understanding about sustainability through education, and generate change in individual habits and behaviour. It showed that primary and secondary education could allow teachers to focus also on the relationship between subject areas, which could make the integration of a sustainable development into curricula easier. It highlighted the importance of teacher education and of building components of sustainable development into special programmes for teachers. All these objectives will feed the competence framework on climate change and sustainable development that the Commission will present later this year.

At the higher education level, the EIT Climate-KIC, with a focus on real-life challenges and learning by doing, helps empower people through developing new competences so they can really make a difference. 'Pioneers into Practice' is an example of EIT Climate-KIC programme that offers transformational learning experiences. It empowers and offers skills and mind-set development for teenagers, graduates, young professionals, citizens and communities. It connects climate change organizations and professionals from all different backgrounds, levels of experience and skill sets. This helps participants to learn practical skills in systems innovation through e-learning, workshops, group project challenges and up to six weeks internship placements.

Our younger generation have become a powerful voice for climate action. We all have witnessed the energy and the enthusiasm of young people in Europe and around the globe to change the way we organise our lives, our economy and our society. The Education for Climate Coalition aims at channelling this energy into action allowing pupils and students, but also education institutions as a whole, to make a difference for a more sustainable lifestyle in their community. President Von der Leyen at the 3rd European Education Summit said: 'With this initiative we want to bring some of the energy from the streets to all our class rooms. We want to mobilise the entire education community to support the goals of climate neutrality and sustainable development.'

In June 2021, the European Commission presented the result of the co-creation process and share the design of the Education for Climate Coalition with the broad public. In parallel, a dedicated website, offering information as well as community building tools and a platform for exchange between the projects has been launched. After that, the Coalition will be in the hands of those the Commission primarily addresses: pupils and students, schools and universities, teachers and learners of all ages who want to make a difference. I am very optimistic that the Coalition will help further mobilise and motivate our education ecosystem to make our European Green Deal a reality. It is in your hands!

Dalla protesta alla proposta: perchè ascoltare i giovani sul clima è un imperativo

Nell'ambito dell'accordo Italia-Regno Unito per la Presidenza COP26, l'Italia si è impegnata a organizzare insieme alla "Pre-COP26", "Youth4Climate: Driving Ambition" (Y4C), evento dedicato solo ai giovani. All'iniziativa, che si terrà a Milano dal 28 al 30 settembre, hanno partecipato circa 400 ragazzi tra i 15 e i 29 anni, idealmente due per ciascuno dei 197 Paesi della Conferenza Onu sul clima. Questo evento nasce dall'esigenza di interpretare l'interesse dei giovani nella lotta ai cambiamenti climatici e per consentire loro di avanzare proposte concrete su alcuni tra i temi più importanti nell'agenda climatica internazionale.

DOI 10.12910/EAI2021-034



di Federica Fricano, Federico Brocchieri, Francesco Bruno, Roberta Ianna, Alessandro Negrin,

Il cambiamento climatico risulta tra le maggiori problematiche che la comunità internazionale è chiamata ad affrontare, rispondendo alle sfide poste sia per il presente che per il futuro. Per evidenziarne l'urgenza, negli ultimi anni le mobilitazioni sul clima si sono diffuse a livello globale con la partecipazione di centinaia di migliaia di persone, specialmente giovani, con le richieste di una maggiore azione ed una concreta attuazione dell'Accordo di Parigi. In un simile contesto, l'Italia ha mostrato una crescente attenzione verso le tematiche dell'azione climatica, sostenendo il ruolo centrale dei giovani come protagonisti del cambiamento necessario per garantire al pianeta un ambiente e un clima sostenibili.

Tale posizione si è esplicitata sin dal 2015, con il sostegno da parte dell'allora Ministero dell'Ambiente oggi Ministero per la Transizione Ecologica, alle proposte giovanili volte all'inserimento del principio di equità intergenerazionale nell'Accordo di Parigi. Successivamente, in occasione del Summit ONU sui Giovani e l'Azione per il Clima del 2019, l'Italia ha sottoscritto la dichiarazione "Kwon Gesh", lanciata dai governi di Irlanda e Isole Marshall, che invita i Paesi firmatari a coinvolgere maggiormente i giovani nelle politiche di attuazione dell'Accordo di Parigi a livello nazionale.

In tale circostanza, il Ministro Sergio Costa ha inoltre annunciato l'intenzione di ospitare in Italia un importante evento giovanile sui cambiamenti

climatici: nell'ambito dell'accordo di partenariato tra Italia e Regno Unito per la Presidenza della 26^a Conferenza delle Parti (COP26) della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sul Cambiamento Climatico (UNFCCC), l'Italia ha assunto l'impegno di organizzare, congiuntamente all'evento preparatorio "Pre-COP26", un inedito evento interamente dedicato ai giovani, dal titolo "Youth4Climate: Driving Ambition" (Y4C).

A Milano, in settembre, 400 giovani tra i 15 e i 29 anni

L'idea di un simile evento nasce dall'esigenza di interpretare l'interesse dei giovani nella lotta ai cambiamenti climatici, nonché per consentire a ragazze e



ragazzi di tutto il mondo di avanzare proposte concrete su alcuni tra i più importanti temi nell'agenda climatica internazionale, che possano essere considerati nell'ambito del processo negoziale sul clima e di altri processi multilaterali a seconda delle specificità delle proposte. Ma anche di partecipare a una sessione di dialogo con i Ministri invitati alla Pre-COP26.

L'evento ha visto la partecipazione di circa 400 giovani di età compresa tra i 15 e i 29 anni, idealmente due per ciascuno dei 197 Paesi parte dell'UNFCCC, e in ogni caso nel rispetto di un ampio equilibrio geografico, sociale e di genere. La scelta dei partecipanti è avvenuta sulla base delle candidature ricevute attraverso un processo di selezione pubblica, lanciato ad hoc nei primi mesi del 2021 ed oggi concluso, che ha visto la ricezione di migliaia di candidature.

I criteri di selezione previsti hanno premiato il comprovato attivismo dei giovani sui temi del cambiamento climatico e dello sviluppo sostenibile, il possesso di pensiero strategico, leadership e motivazione, nonché l'abilità di riuscire a favorire una maggiore consapevolezza pubblica sul cambiamento climatico e le tematiche ad esso correlate. Al fine

di garantire la massima distribuzione geografica possibile, nonché di ridurre al minimo le barriere economiche alla partecipazione all'evento, gravose specialmente per i giovani dei Paesi in via di sviluppo, l'Italia si è inoltre offerta di sostenere le spese di partecipazione dei giovani all'evento di Milano.

Per l'organizzazione dell'evento è stata inoltre prevista l'istituzione di uno specifico "Advisory Committee", di natura internazionale, con il compito di fornire all'Italia pareri e supporto nell'esplicitamento di attività preparatorie e gestionali dell'evento. Ne fanno parte i rappresentanti dei Governi di Italia e Regno Unito, Regione Lombardia, Comune di Milano, Segretariato UNFCCC, Ufficio dell'Inviato Speciale del Segretario Generale dell'ONU per i giovani, la *constituency* "YOUNGO", Connect4Climate e rappresentanti della società civile di Italia e Regno Unito.

Originariamente previsto per l'autunno 2020, l'evento è stato posticipato di dodici mesi per effetto della pandemia. Il Ministero per la Transizione Ecologica si è impegnato con i propri partner istituzionali per garantirne lo svolgimento in presenza, prevedendo protocolli sanitari specifici e rigorosi

per la sicurezza di tutti i partecipanti. Nel corso di questi mesi, al fine di mantenere elevato il livello di attenzione sulla questione climatica fino alle nuove date dell'evento, il Ministero ha infine avviato una serie di eventi virtuali, a cadenza mensile, denominata "Youth4ClimateLive Series".

La serie di webinar, costituita da otto episodi tematici svoltisi tra i mesi di giugno 2020 e febbraio 2021, ha coinvolto figure di alto profilo istituzionale affiancandole alle voci dei giovani, selezionati sulla base del proprio attivismo ed esperienza nell'accrescere a livello globale la sensibilità sulla questione climatica, riscontrando un ottimo successo internazionale.

Crediamo fermamente che i giovani possano portare un contributo tangibile alle discussioni. Lattiva partecipazione ad un processo che potenzialmente dovrebbe garantire un futuro sostenibile, dove gli effetti del cambiamento climatico siano mitigati e le politiche di adattamento consentano di contenere i danni che, in ogni caso, potranno manifestarsi, è un diritto delle future generazioni che, con lo Y4C vogliamo sancire.

Educare al pensiero ecologico per un apprendimento efficace e duraturo

La scuola è il luogo giusto dove imparare a vivere relazioni sostenibili, ovvero sperimentare concretamente l'armonia con gli altri e con gli elementi naturali. È necessario che bambini e ragazzi avvertano l'urgenza di creare un habitat sostenibile per tutte le creature viventi. Non per paura di una catastrofe, ma per amore della vita in ogni sua forma.

DOI 10.12910/EAI2021-035



di Rosa Tiziana Bruno, sociologa e scrittrice (*)

All'inizio della mia ricerca sul disagio giovanile nella scuola, ho pensato di concentrare l'attenzione sui possibili interventi in grado di rendere piacevole e creativo l'apprendimento. Da sociologa sono infatti consapevole dell'importanza della dimensione emotiva in ogni ambito sociale, a ogni età. Avanzando nella ricerca e osservando meglio il comportamento di bambini e ragazzi, mi sono però resa conto che c'erano anche altri fattori da tenere in considerazione.

I disagi dei ragazzi rientrano quasi sempre in quella che Richard Louv, giornalista e saggista, ha definito 'Sindrome da deficit di Natura', ovvero apparivano conseguenza del distacco prolungato dal mondo naturale.

In effetti, la mente umana funziona bene soltanto se è ottimale il nostro rapporto con l'ambiente naturale e sociale, come già l'antropologo, sociologo e psicologo Gregory Ba-

teson sosteneva negli anni settanta e le neuroscienze oggi confermano. Si impara nell'unità di mente e corpo: più sensi sono coinvolti, maggiore sarà il numero di connessioni neurali attivate e più gradevole e duraturo sarà l'apprendimento.

In corso d'opera, dunque, in accordo con gli insegnanti, ho modificato l'impostazione degli interventi puntando a un approccio socio-relazionale e alla partecipazione esperienziale. Abbiamo iniziato a concentrarci non soltanto sulla dimensione emotiva, ma anche sul sistema delle relazioni all'interno della classe e sulla possibilità di contatto diretto con la Natura. L'obiettivo era incoraggiare l'acquisizione della consapevolezza di sé e della relazione che ci lega alla Terra e a tutti i viventi.

La scuola, a ben vedere, è il luogo giusto dove imparare a vivere relazioni sostenibili, ovvero sperimentare concretamente l'armonia con gli altri e con gli elementi naturali.



Una delle cose che la pandemia ha reso più evidenti è senza dubbio la necessità di recuperare questa armonia, e i ragazzi ne avvertono l'urgenza più di chiunque altro. Il senso del limite, di cui abbiamo fatto esperienza, ha sottolineato

L'importanza dell'incontro con l'altro e con gli spazi naturali.

Una dimensione nuova

Come trasformare la nostra vita in modo da non essere distruttivi nei confronti del mondo e di noi stessi? Cosa può fare la scuola per la Natura e cosa la Natura può fare per la scuola? Sono queste le domande che hanno guidato il mio percorso di ricerca, durato diversi anni e protrattosi anche in pieno lockdown. Insieme a docenti e genitori, ho lavorato per sviluppare le giovani coscienze in una dimensione nuova, in grado di considerare il 'noi' e non soltanto il 'me'. Un passo fondamentale, che vale per la conquista del benessere personale come per la salvezza del pianeta.

I risultati ottenuti sono incoraggianti e, per questo, ho ritenuto importante condividerli con chiunque abbia desiderio di prendersi cura dell'educazione di bambini e ragazzi. Così è accaduto che le nostre scoperte e le strategie ideate durante il percorso sono finite in un libro, *Educare al pensiero ecologico*, che permette di diffonderle su larga scala.

Il saggio accende una riflessione necessaria: preservare la vita del pianeta significa prestare attenzione ai cambiamenti climatici, ma ancora di più alle relazioni umane. La vera forza del pensiero ecologico risiede nel prendere le distanze da pulsioni egoistiche e predatorie, causa di enormi disastri. Ho sperimentato, con bambini e ragazzi, l'importanza di stimolare il dialogo interiore e l'ascolto dell'altro. È infatti impossibile entrare in armonia con gli altri, comprenderli e sentirli vicini, senza una buona educazione all'ascolto e senza imparare a dialogare con se stessi. Capacità di ascolto e di dialogo sono i due presupposti per la formazione del *Sé ecologico*.

Ma la pratica scolastica ha bisogno di allargare la propria attenzione, oltre che al *paesaggio* interiore, anche al contatto con la Terra e i suoi spazi. Un

percorso di alfabetizzazione ecologica deve essere un invito a sentire la Natura che parla attraverso le emozioni.

Come fare? Quali strumenti usare? Nei miei studi ho sperimentato che Natura e narrazione devono necessariamente intrecciarsi in un *continuum* armonioso. Del resto, sin dall'antichità, le storie raccontate davanti al focolare avevano come protagonisti animali piante e astri, insieme alle persone. La Natura fa parte delle storie, perché da sempre le storie servono per aiutarci a soddisfare quel bisogno di armonia di cui siamo costantemente in cerca.

Lettura, scrittura e passeggiate in Natura

L'educazione alla sostenibilità ha dunque bisogno della letteratura, perché leggere buone storie è il modo privilegiato per riflettere sulla nostra rela-

zione con il mondo, per decifrare le emozioni e *imparare* i sentimenti.

Incoraggiare le passeggiate nel bosco, visitare fattorie didattiche o predicare l'altruismo, risulterà inefficace fino a quando ci percepiremo separati gli uni dagli altri, incapaci di riconoscerci membri della medesima grande comunità universale. Anche gli enormi sforzi per la ricerca di energie alternative rischiano di essere vanificati se non possediamo il *senso di comunità*.

La strategia didattica, che descrivo dettagliatamente nel saggio, coniuga dunque tre elementi fondamentali: lettura, scrittura e passeggiate in Natura. Il *Fiabadiario*, questo è il nome del percorso, si compone di due vocaboli dal significato altamente simbolico: *fiaba*, genere narrativo eterno, e *diario*, che rimanda all'annotazione di esperienze vissute.





La narrazione è al centro di questa strategia, in tutte le sue forme, compresa quella autobiografica, ed è abbinata all'esperienza all'aperto. Tutto si sviluppa a partire da due attività: la lettura e la passeggiata nella Natura. Contrariamente a quanto si crede, si tratta di attività compatibili, da poter svolgere proficuamente insieme, persino durante un lockdown.

Educare al pensiero ecologico implica necessariamente l'apprendimento esperienziale, che non vuol dire semplicemente trasferire l'aula scolastica all'aperto. Significa piuttosto partire dal proprio sentire, dalle sensazioni che il contatto con la Natura suscita in noi, per attivare un apprendimento efficace e duraturo.

La strategia del *Fiabadiario* poggia sul coinvolgimento della persona: il piacere, il sentirsi a proprio agio, per conoscere e per imparare a essere insieme. È

educazione all'ascolto, alla riflessione, al dialogo, all'accettazione reciproca. Un percorso verso l'acquisizione della consapevolezza di quanto il benessere personale sia strettamente connesso a quello collettivo.

È necessario che bambini e ragazzi avvertano l'urgenza di creare un habitat sostenibile per tutte le creature viventi, non per paura di una catastrofe, ma per amore della vita in ogni sua forma. E anche in questo la letteratura ci supporta, con la sua capacità di accendere riflessioni e di incuriosire.

Parafrasando il romanziere statunitense Richard Powers, potremmo dire che *i libri sono come alberi, hanno radici, tronco, corona e semi!* Le radici sono tutto ciò a cui attinge lo scrittore per creare la storia, il tronco è la storia che si sviluppa e diventa sostegno, la corona è la cornice di senso che circonda la storia e i semi sono tutto ciò che germo-

glia dalla lettura o dall'ascolto.

La letteratura fa bene alla salute delle persone e del pianeta? Dopo un lungo percorso di ricerca, posso confermare che si tratta di un'affermazione profondamente vera.

Il percorso di ricerca si è svolto in convenzione con il Dipartimento di Studi Politici e Sociali dell'Università di Salerno, a cui va il mio grazie.

(*) Rosa Tiziana Bruno *Sociologa e scrittrice, insegna nella scuola superiore e conduce ricerche in convenzione con l'Università di Salerno. Le sue opere, saggi e romanzi, sono pubblicate in Italia e all'estero. È un'educatrice National Geographic e dal 2014 cura la direzione artistica del festival letterario Scampia Storytelling. Nel 2017 ha vinto l'International Writers Awards assegnato dall'Institute for Education, Research and Scholarship (IFERS) di Los Angeles.*

Il valore dell'Istruzione Inclusiva

La pandemia da COVID-19 ha evidenziato 'linee di frattura' nei sistemi educativi di tutto il mondo. Le difficoltà e le disuguaglianze in particolare per gli studenti vulnerabili, con disabilità e bisogni educativi speciali sono aumentate e secondo l'Onu sono a rischio di abbandono scolastico quasi 24 milioni di bambini e giovani. A sottolinearlo è l'*Agenzia europea per i bisogni educativi speciali e l'istruzione inclusiva*, in prima linea per assicurare opportunità di apprendimento solide ed eque per tutti e un'istruzione inclusiva come elemento fondante dei diritti umani e di un più ampio processo sociale per società più inclusive e giuste.

DOI 10.12910/EAI2021-036



di Amanda Watkins, Marta Presmanes e Cor Meijer, Agenzia Europea per i Bisogni Educativi Speciali e l'Istruzione Inclusiva (*)

Nel 2015, tutti gli Stati membri delle Nazioni Unite hanno adottato gli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs), una 'chiamata universale' all'azione per porre fine alla povertà, proteggere il pianeta e garantire pace e prosperità a tutti gli esseri umani entro il 2030. I 17 SDG sono considerati fra loro interconnessi: gli Stati membri riconoscono che i risultati ottenuti in un'area influenzeranno quelli delle altre e che lo sviluppo dovrà realizzarsi trovando un equilibrio tra la sostenibilità sociale, economica e ambientale. **L'importanza dell'istruzione inclusiva è riconosciuta nell'SDG4 come un obiettivo globale condiviso che dovrebbe garantire un'istruzione di qualità inclusiva ed equa e promuovere opportunità di apprendimento permanente per tutti.** Tuttavia, come indicato nel rapporto 2020 Global Education Monitoring "*Inclusion and Education: All Means All*", benché alcuni paesi abbiano intrapreso la transizione verso l'inclusione, la non-integrazione è ancora estremamente diffusa. Status,

background sociale e capacità stabiliscono opportunità o discriminazioni; gli stereotipi e i meccanismi di stigmatizzazione sono gli stessi per tutti gli studenti a rischio di esclusione. A livello globale, milioni di persone stanno perdendo l'opportunità di istruirsi e un ostacolo fondamentale nasce dalla mancanza di convinzione che l'apprendimento inclusivo sia possibile e desiderabile: insegnanti, materiali didattici e ambienti di apprendimento spesso ignorano che includere la diversità degli studenti è vantaggiosa. Di conseguenza, piuttosto che "sviluppare" un sistema educativo completamente inclusivo, ogni paese ha un insieme di politiche che, a diversi livelli, possono essere considerate inclusive o emarginanti (Agenzia Europea, 2020; UNESCO 2020b).

Istruzione inclusiva e diritti umani

Allineare il lavoro complessivo dell'Agenzia con l'SDG4 è fonda-

mentale. Come sostenuto da molte organizzazioni internazionali (UNESCO, 2017 e 2020b, Consiglio dell'Unione europea, 2018a; 2018b; Commissario per i diritti umani del Consiglio d'Europa, 2017; Agenzia dell'Unione europea per i diritti fondamentali, 2020; Commissione europea, 2020), **l'Agenzia ritiene che l'istruzione inclusiva sia una questione di diritti umani, ma che concerne anche un più ampio processo sociale e opera in favore di una società più inclusiva ed equa.** Per queste motivazioni, il nostro lavoro si concentra sul sostegno allo sviluppo di sistemi educativi inclusivi per garantire i diritti di tutti studenti, equità e pari opportunità, in particolare a coloro che possono essere più facilmente colpiti dall'emarginazione e all'esclusione, come i ragazzi con disabilità e/o con bisogni educativi speciali. **L'istruzione è equa quando le differenze a livello di risultati non sono legate al background degli studenti, alle condi-**

L'Agenzia Europea per i Bisogni Educativi Speciali e l'Istruzione Inclusiva

L'Agenzia europea per i bisogni educativi speciali e l'istruzione inclusiva è un'organizzazione indipendente che funge da piattaforma di collaborazione fra i ministeri dell'Istruzione dei 31 paesi membri: Austria, Belgio (comunità fiamminga e comunità francofona), Bulgaria, Croazia, Cipro, Repubblica Ceca, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Ungheria, Islanda, Irlanda, Italia, Lettonia, Lituania, Lussemburgo, Malta, Paesi Bassi, Norvegia, Polonia, Portogallo, Serbia, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Svezia, Svizzera e Regno Unito (Inghilterra, Irlanda del Nord, Scozia e Galles). L'Agenzia è l'unico organismo europeo gestito dai paesi membri con la missione specifica di aiutarli a migliorare la qualità e l'efficacia della loro offerta inclusiva per tutti gli studenti: una rete permanente di rappresentanti ministeriali decide le priorità specifiche dei programmi di lavoro annuali e pluriennali per assicurare che il lavoro dell'Agenzia si allinei con le priorità dei ministeri dell'istruzione dei paesi membri. Per maggiori informazioni <https://www.european-agency.org/>. L'attuale direttore è Cor Meijer, fra gli autori di quest'articolo.

zioni economiche o sociali, sulle quali non hanno alcun controllo (OCSE, 2012).

Tutti i paesi europei si sono impegnati a lavorare per sistemi educativi più inclusivi che migliorino le condizioni di vita degli studenti e accrescano le opportunità di partecipazione attiva alla società più in generale. Ciascuno di loro lo fa in modi diversi, a seconda del contesto, passato e presente, e della propria storia. Questi sistemi sono visti come una componente vitale della più ampia aspirazione ad una società socialmente più inclusiva, a favore della quale tutti i paesi si sono schierati, eticamente e politicamente.

La visione definitiva condivisa dai paesi membri dell'Agenzia sui sistemi educativi inclusivi è *che tutti gli studenti di qualsiasi età devono poter accedere a opportunità educative di alta qualità nella loro comunità locale, come i loro amici e colleghi*. Quest'obiettivo è il punto focale di tutto il lavoro dell'Agenzia (Agenzia europea, 2015); per poterlo realizzare è necessario che le legislazioni dei paesi orientati verso i sistemi educativi inclusivi siano basate sull'impegno fondamentale di assicurare ad ogni (singolo) stu-

dente il diritto a opportunità educative inclusive ed eque.

Il ruolo delle politiche nazionali per l'istruzione inclusiva

Le politiche nazionali che governano i sistemi di istruzione inclusiva debbono fornire una chiara visione e una specifica concettualizzazione dell'istruzione inclusiva come approccio per migliorare le opportunità educative di tutti gli studenti. La politica deve anche stabilire chiaramente che l'effettiva implementazione di sistemi educativi inclusivi è una responsabilità condivisa da tutti gli educatori, i gestori e i decisori.

L'implementazione delle strutture e delle procedure nell'ambito dei sistemi educativi inclusivi deve poggiare su principi operativi quali equità, efficacia, efficienza e miglioramento dei risultati per tutte le parti interessate (studenti, genitori e famiglie, docenti, i rappresentanti della comunità e decisori politici) con opportunità educative accessibili e di alta qualità.

In generale, *i sistemi educativi inclusivi devono funzionare come sistemi di apprendimento che tendono al miglioramento continuo* e all'allineamento delle strutture e dei processi, sviluppando la capacità di tutte le

parti interessate di riflettere sistematicamente sui propri risultati e, quindi, di usare le riflessioni per migliorare e sviluppare il lavoro collettivo verso obiettivi condivisi.

Nel suo lavoro con i paesi membri, l'Agenzia si sforza di fornire una guida per lo sviluppo di sistemi educativi inclusivi volti a: 1) ottimizzare i risultati degli studenti, riconoscendo e sviluppando i loro talenti e soddisfacendo efficacemente bisogni e interessi di apprendimento individuali; 2) assicurare che tutte le parti interessate diano valore alla diversità; 3) garantire la disponibilità di un supporto continuo e flessibile e di risorse; 4) ottimizzare i traguardi, gli esiti e i risultati del sistema nel suo complesso. Lo scorso anno la Commissione europea ha sottolineato la necessità di approcci politici equilibrati sul tema dell'istruzione di qualità che riflettano un pensiero più ampio e soddisfino diverse esigenze degli studenti. Sempre nel 2020, un rapporto di 42 paesi europei pubblicato dalla rete informativa Eurydice, ha individuato i seguenti fattori-chiave per assicurare l'equità nei sistemi educativi:

- Stratificazione (raggruppare gli studenti in base alle capacità e/o agli interessi);
- Standardizzazione (applicazione de-



- gli stessi standard di qualità);
- Disponibilità di misure di sostegno (per promuovere l'equità e mitigare gli svantaggi);
- Diversità limitata in alcuni tipi di scuole (con conseguente aumento della segregazione accademica e diminuzione del livello di equità).

Il Rapporto evidenzia che le differenze nelle opportunità di apprendimento per gli studenti europei sono causate dai meccanismi di governance e di finanziamento, ma anche dai curriculum e da caratteristiche strutturali come i tipi di scuola.

Prevenzione-Intervento-Compensazione

In questo contesto, lo Spazio europeo dell'istruzione (SEE) si propone di ridurre i risultati insoddisfacenti e accrescere il completamento dell'istruzione secondaria, basandosi su quattro pilastri (Commissione europea, 2020):

- Monitoraggio per il controllo/azione mirata;
- Prevenzione, in particolare per i

- gruppi a rischio)
- Intervento precoce (per gli studenti che mostrano difficoltà)
- Compensazione (per coloro che hanno già avuto scarsi risultati/avrebbero bisogno di una seconda possibilità)

I concetti "Prevenzione-Intervento-Compensazione" inseriti nella raccomandazione del Consiglio (2011) sono stati utilizzati dall'Agenzia Europea (2018) per valutare l'attuale situazione nei paesi europei. Gli approcci strategici relativi alla **prevenzione** mirano a evitare l'esclusione scolastica e sociale a lungo termine. Gli approcci strategici per l'**intervento** mirano a sostenere l'effettiva attuazione dell'istruzione inclusiva mentre quelli per la **compensazione** vogliono affrontare le difficoltà che portano all'esclusione educativa. **Dal lavoro dell'Agenzia emerge che un mix equilibrato di strategie di prevenzione e intervento e di alcune azioni compensative mirate è il più adatto per supportare la realizzazione di un'istruzione inclusiva. La pandemia COVID-19 ha mostra-**

to "linee di frattura" all'interno dei sistemi educativi nei paesi di tutto il mondo (Agenzia Europea, in stampa). Le Nazioni Unite (2020) hanno stimato che ulteriori 23,8 milioni di bambini e giovani sono a rischio di abbandono scolastico a causa dell'impatto economico della pandemia.

L'impatto della pandemia da COVID-19

Una lezione importante tratta dalla pandemia è che i paesi hanno bisogno di "...[costruire] *sistemi educativi resilienti per uno sviluppo equo e sostenibile*" al fine di "reimmaginare l'istruzione e accelerare il cambiamento nell'insegnamento e nell'apprendimento" (Nazioni Unite 2020, p.3) attraverso **approcci strategici di prevenzione**, per garantire un intervento precoce soprattutto nei confronti degli studenti che si trovano in situazioni di svantaggio.

Il passaggio forzato alle tecnologie digitali per fornire istruzione e formazione ha evidenziato evidenti la-

cune nelle infrastrutture ICT di alcuni paesi e l'obiettivo A dell'SDG9 - aumentare l'accesso alle tecnologie dell'informazione e della comunicazione e fornire un accesso universale e a prezzi convenienti a internet – si è dimostrato un problema per la maggior parte di essi.

A livello sociale e di sistemi educativi emerge con chiarezza il permanere di un **divario digitale** tra coloro che possono beneficiare della tecnologia digitale e coloro che non possono. **Gli studenti vulnerabili, soprattutto quelli con bisogni educativi speciali e disabilità, hanno affrontato una serie di difficoltà e sfide durante la pandemia.** In particolare:

- L'accessibilità alla tecnologia è stata più difficile a causa del lockdown e della chiusura delle scuole;
- La disabilità associata ad un'altra vulnerabilità (per esempio una situazione socio-economica difficile, l'isolamento geografico) ha accresciuto il rischio di ridotto apprendimento e di abbandono scolastico;
- Non tutti i docenti hanno competenze sufficienti per l'insegnamento a distanza a studenti con bisogni educativi speciali;
- Durante il lockdown, i genitori hanno svolto il ruolo di educatori o di assistenti quando il sistema (scolastico) non era in grado di fornire soluzioni;
- Il benessere degli studenti è diminuito a causa dell'isolamento e del ridotto accesso ai servizi di assi-

stenza sociale.

- **Un aspetto positivo è che la comunità educativa è consapevole di queste difficoltà e affrontarle è diventata una priorità nell'agenda dei responsabili politici.** Le istituzioni europee stanno incoraggiando i paesi ad agire immediatamente a ridurre il divario digitale.

Dalla 'Risoluzione del Consiglio UE del febbraio 2021 per un quadro strategico per la cooperazione in materia di istruzione e formazione verso lo Spazio europeo dell'istruzione e oltre (2021-2030)' emerge che gli studenti provenienti da ambienti svantaggiati sono 'sovra-rappresentati' fra coloro che hanno ottenuto risultati insufficienti e subito l'impatto della pandemia. Il documento evidenzia inoltre il **potenziale dell'istruzione e della formazione per sviluppare la resilienza e promuovere una crescita sostenibile e inclusiva.** Nello specifico, il Consiglio individua cinque priorità strategiche da sviluppare nel corso di un decennio, mettendo al primo posto il miglioramento della qualità, dell'equità, dell'inclusione e successo per tutti sul fronte dell'istruzione.

Il Piano d'azione della Commissione europea sull'istruzione digitale (2020a) delinea la strategia per **un'istruzione digitale di alta qualità, inclusiva e accessibile in Europa,** evidenziando che la pandemia ha aumentato i rischi di povertà e disegualianza sociale, ampliando i divari negli studi e nella formazione e chiede, quindi, lo sviluppo di un **ecosistema di**

istruzione digitale ad alte prestazioni. Ciò richiede che i governi, le istituzioni di istruzione e formazione, il settore privato e pubblico siano impegnati in uno sforzo comune e in obiettivi condivisi.

Conclusioni

L'Agenzia europea per i bisogni educativi speciali e l'istruzione inclusiva ha grandi ambizioni per i prossimi anni: in particolare, vuole rafforzare ed ampliare il suo ruolo di agente attivo del **cambiamento politico** e per continuare a sostenere i paesi a trasformare la teoria in pratica. Si tratta di un obiettivo centrale che richiede sforzi significativi: come si può facilmente notare, infatti, nonostante il rilevante incremento nello sviluppo di politiche nazionali e internazionali per l'inclusione, l'attuazione nella pratica quotidiana di questi obiettivi nelle scuole rimane tuttora una sfida. Un fattore importante per affrontare questa sfida è fare in modo che la voce degli studenti venga ascoltata in tutti i dibattiti che possono influire sulle esperienze di apprendimento. Un compito essenziale nel futuro lavoro dell'Agenzia è quello di far sì che le istanze degli studenti e delle loro famiglie siano incluse in questo percorso, non soltanto perché sono i principali stakeholder dell'istruzione inclusiva, ma anche per poter realizzare una società che sia più inclusiva.

REFERENCES

1. Consiglio dell'Unione Europea, 2011. Raccomandazione del Consiglio del 28 giugno 2011 sulle politiche di riduzione della dispersione scolastica 2011/c 191/01
2. Consiglio dell'Unione europea, 2018a. Raccomandazione del Consiglio sulla promozione dei valori comuni, dell'istruzione inclusiva e della dimensione europea dell'insegnamento. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0607\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0607(01)&from=EN)
3. Consiglio dell'Unione europea, 2018b. Conclusioni del Consiglio su come muoversi verso la visione di uno spazio europeo dell'istruzione. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018XG0607\(01\)&rid=5](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018XG0607(01)&rid=5)
4. Consiglio dell'Unione europea, 2021. Risoluzione del Consiglio su un quadro strategico per la cooperazione europea in materia di istruzione e formazione verso lo spazio europeo dell'istruzione e oltre (2021-2030). Consiglio dell'Unione europea. Febbraio 2021.
5. Commissario per i diritti umani, 2017. Combattere la segregazione scolastica in Europa attraverso un'istruzione inclusiva: Un documento di posizione. Consiglio d'Europa
6. Agenzia europea per i bisogni speciali e l'istruzione inclusiva. 2015. Posizione dell'Agenzia sui sistemi di istruzione inclusiva. Odense, Danimarca
7. Agenzia europea per i bisogni educativi speciali e l'istruzione inclusiva, 2018. Analisi e revisione delle politiche nazionali: Methodology Report - Revised 2018. (S. Symeonidou, V.J. Donnelly, V. Soriano e A. Watkins, eds.). Odense, Danimarca
8. Agenzia europea per i bisogni educativi speciali e l'istruzione inclusiva, 2020. European Agency Statistics on Inclusive Education: 2018 Dataset Cross-Country Report. (J. Ramberg, A. Lénárt, e A. Watkins, eds.). Odense, Danimarca
9. Agenzia europea per i bisogni educativi speciali e l'istruzione inclusiva, in stampa. L'impatto di Covid-19 sull'istruzione inclusiva a livello europeo: Rassegna della letteratura. (C. Popescu e, M. Presmanes, eds.). Odense, Danimarca
10. Commissione Europea. 2020. Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni sulla realizzazione dello spazio europeo dell'istruzione entro il 2025. Bruxelles, 30.9.2020 COM(2020) 625 final.
11. Commissione europea, 2020a. Piano d'azione per l'istruzione digitale 2021-2027: reimpostare l'istruzione e la formazione per l'era digitale. Commissione europea. Settembre 2020
12. Commissione europea/EACEA/Eurydice, 2020. Equità nell'istruzione scolastica in Europa: strutture, politiche e performance degli studenti. Rapporto Eurydice. Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea
13. Agenzia dell'Unione europea per i diritti fondamentali, 2020. Relazione sui diritti fondamentali 2020. Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione Europea
14. OCSE. 2012. Equità e qualità nell'istruzione: Sostenere gli studenti e le scuole svantaggiate. Parigi: OECD Publishing
15. UNESCO. 2017. Una guida per garantire l'inclusione e l'equità nell'istruzione. Parigi: UNESCO.
16. UNESCO. 2020. Inclusione ed istruzione: Tutti significa tutti. Rapporto di monitoraggio globale. Parigi: UNESCO
17. UNESCO. 2020b. Verso l'inclusione nell'istruzione: Stato, tendenze e sfide. La Dichiarazione di Salamanca dell'UNESCO 25 anni dopo. Parigi: UNESCO.
18. Nazioni Unite. 2020. Breve politica: Istruzione durante la Covid-19 e oltre. New York, NY: ONU

Il tempo delle parole e delle attese è finito. Adesso servono i fatti

Quando parliamo di cambiamenti climatici non stiamo discutendo di una questione “d’ambiente”, di nicchia, o per pochi, ma del più grande sconvolgimento sociale, economico e politico mai vissuto. È la sfida dei diritti umani, delle libertà fondamentali, della democrazia e un’enorme occasione che non possiamo lasciarci sfuggire: è il più sicuro (e ricco di opportunità) dei sentieri che possiamo percorrere per uscire dalla selva oscura della crisi economica e affrontare molti dei problemi di noi giovani, primo tra tutti il lavoro.

DOI 10.12910/EAI2021-037



di Luigi Ferreri Caputi, attivista di Fridays for future Italia (*)

La crisi climatica è la singola più grande minaccia per la nostra società. Queste parole, forse, le avrete già sentite. O forse no. Sta di fatto che se questa cruda realtà fatica a far breccia nella consapevolezza generale, altrettanto arduo è lo sviluppo della conoscenza su quanto monumentale sia questa sfida; seppur sia vero che essa è sempre più diffusa.

È necessaria una premessa, dobbiamo sfatare un mito che spesso avvelena la nostra comunicazione. **Quando parliamo di cambiamenti climatici non stiamo discutendo di una questione “d’ambiente”.** Questa espressione è mal posta, la considerazione di quella climatica come di una questione per ambientalisti – riducendola per esempio alla raccolta differenziata, o alla plastica e basta – è miope e deleteria. **Semplificare un mutamento quale quello climatico attuale a un problema “per gli ambientalisti” è forse uno degli errori comunicativi più dannosi che si possano fare.**

La stessa parola ambientalista, in realtà, non ha molto senso. Che cosa significa essere ambientalisti? Se significa avere cura di un certo ambiente esterno a noi, non siamo tutti ambientalisti? Diventa, in questa più comune accezione, una questione di senso civile. Abbi cura del prossimo tuo è un imperativo generale, che di certo poco ha a che fare con ‘l’ambiente e basta’.

Un’ipoteca sul nostro modo di vivere

Il termine ambientalista sembra ridurre la questione climatica a un settore per pochi, o di nicchia se vogliamo. In realtà, la situazione è ben diversa. Non parliamo di ambiente, non c’è “Un pianeta da salvare”. Questa è una retorica che allontana il problema dalla quotidianità di tutti noi, quando è invece sempre più reale e attuale.

Parliamo infatti del più grande sconvolgimento sociale, economico e politico che abbiamo mai vissuto. Una

serie di eventi che pone un’ipoteca sul nostro modo di vivere, e su ciò che abbiamo più a cuore: la libertà, la democrazia.

Spesso queste parole sembrano allarmiste, non essendo noi abituati a sentirle, ma sono le parole utilizzate dai più grandi esperti planetari nei rispettivi campi. Tra gli sconvolgimenti maggiori avremo, per fare un esempio, i più imponenti flussi migratori della storia, centinaia di milioni – fino a possibilmente miliardi – di persone costrette ad abbandonare la propria casa a causa di eventi atmosferici senza precedenti, siccità, innalzamento dei mari e guerre per le poche risorse rimaste. Sembra difficile collegare la questione climatica al problema della guerra, per esempio. Eppure, già ora possiamo osservare questo fenomeno: come nel caso del conflitto siriano. Ecco un esempio perfetto, che probabilmente in pochi sapevate, uno dei più violenti conflitti recenti che ha – tra le sue molteplici cause – anche un

pianeta mediamente più caldo.

La sfida dell'azione climatica è la sfida dei diritti umani, che solo in Europa hanno un qualche valore orientativo delle politiche e che solo in Europa sono veramente tenuti in considerazione quando si affronta la politica estera; è la sfida delle libertà fondamentali. Della democrazia. Insomma, per la nostra società. Già ora in quei Paesi che pensiamo "lontani" decine di milioni di individui sono vittime degli effetti della crisi climatica, per la quale non hanno responsabilità.

Dal sopracitato conflitto in Siria ai tifoni nelle Filippine, alle piogge record nel subcontinente indiano, fino al deserto del Sahara che si espande sempre di più, ingoiando interi popoli ed esacerbando i già esistenti conflitti; ci troviamo in una situazione asimmetrica dove i Paesi più a rischio sono anche quelli più po-

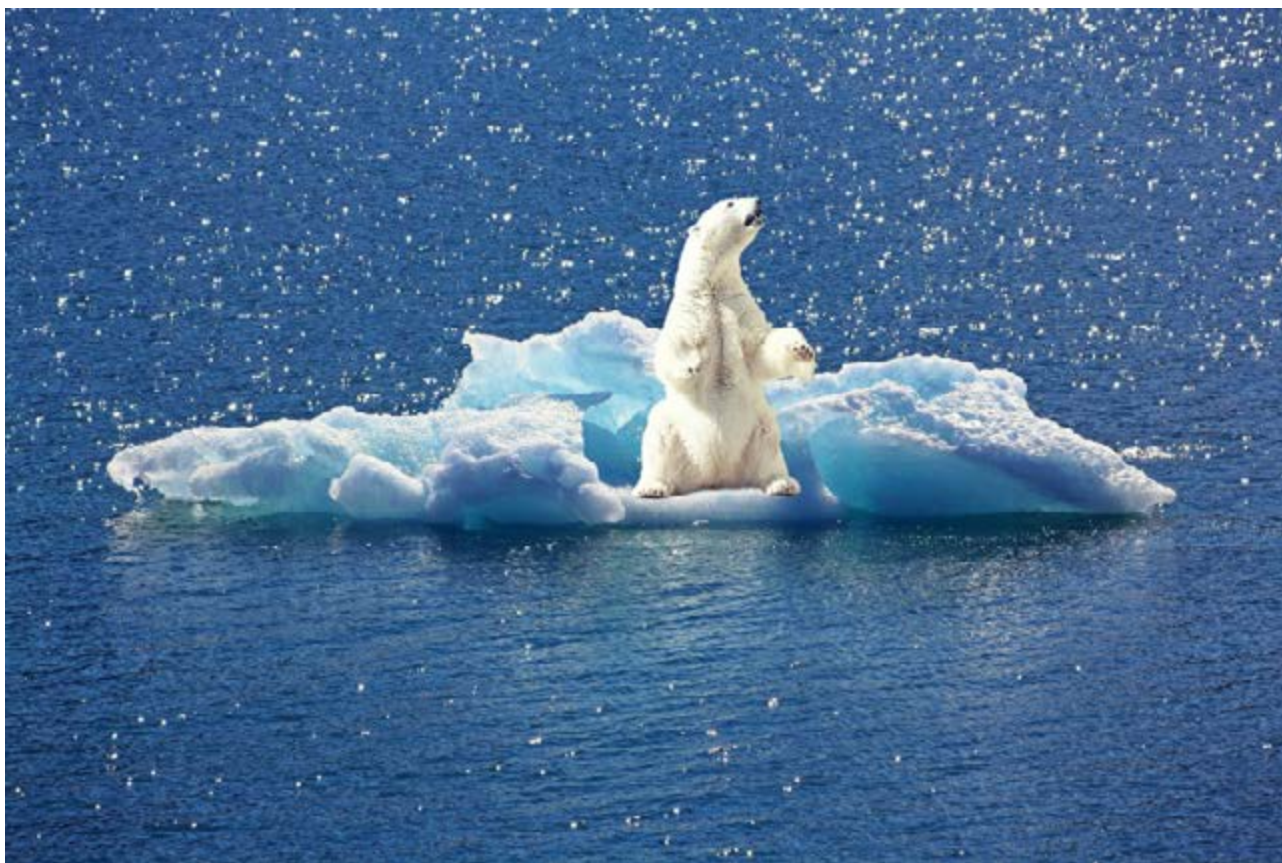
veri, il pianeta si riscalda in maniera differente e le conseguenze non sono omogenee. Anche per questo motivo, il riferimento degli Accordi di Parigi sul clima a +1,5 gradi è essenziale. Accertato questo, dobbiamo anche tenere di conto dei cambiamenti che già sono avvenuti e che l'attuale riscaldamento globale - confermato quest'anno a +1,2 gradi - vedrà le sue conseguenze nei prossimi anni. Così come per la pandemia l'effetto segue alla causa in tempistiche di settimane, le azioni o inazioni climatiche vedono i loro risultati negli anni, pur restando attuali gli sconvolgimenti che già viviamo.

Non abbiamo ancora superato il punto di non-ritorno

Al momento, siamo in un'emergenza non ancora percepita come tale. Oppu-

re, percepita ancora come lontana, se non come un futuro inevitabile. Niente di tutto questo potrebbe essere più falso. **Il clima che cambia già colpisce duramente la nostra società** (e sì, anche in Italia); e dal segretario generale della NATO alla Coldiretti, da Antonio Guterres, Segretario generale delle Nazioni Unite, a John Kerry, inviato speciale del presidente degli Stati Uniti per il clima, tutti sono concordi nell'affermare che questa sfida è la sfida del XXI secolo. La grande varietà di attori che riconoscono l'urgenza climatica dimostra anche quanto essa sia trasversale e capace di andare a colpire (in negativo, ovviamente) ogni sottoinsieme della nostra società. Eppure, sarebbe sciocco dire che la storia finisce qui. Che siamo condannati.

Il disfattismo è oggi nient'altro il nuovo leitmotiv dei negazionisti. Se alcune



conseguenze saranno indubbiamente inevitabili, come le migrazioni di massa, è vero che le azioni di adattamento sono anch'esse un must; siamo ancora in tempo per invertire la rotta e per assicurare una società più giusta per tutti. **Non abbiamo, sebbene siamo disastrosamente vicini, ancora superato il punto di non-ritorno.**

La pandemia ci ha dimostrato che siamo assolutamente in grado di prendere misure di emergenza e di affrontare una situazione di crisi. Chiaro, magari non siamo stati in grado di gestirla al meglio – ma quella climatica non è ancora nemmeno trattata come una crisi. La realtà necessaria è tanto lontana da quello che diciamo di fare, quanto quello che stiamo facendo è lontano da quello che promettiamo. Insomma, le promesse non sono abbastanza e le azioni non rispettano le promesse.

Restare sotto i +1,5 gradi è scientificamente ancora fattibile

Stiamo perdendo questa battaglia? Al momento sì. Ma non necessariamente questa deve essere la realtà dei fatti, anzi: il cambio di rotta è ormai iniziato e inevitabile. Adesso si parla di accelerare il più possibile questo cambiamento, la discussione non è più sul se avverrà, la sfida adesso è farcela *in tempo*. **Un mondo migliore è ancora possibile. Restare sotto i +1,5 gradi è scientificamente ancora fattibile.**

Nonostante questo, può sembrare che ormai tutto sia perduto. Davanti a una tale crisi, è solo naturale sentirsi affranti, troppo piccoli o inutili. Eppure, la realtà è ben diversa: la questione climatica è anche un'enorme occasione che non possiamo lasciarci sfuggire. Specialmente ora che dobbiamo rimettere in moto le nostre economie. **Agire per il clima è il più sicuro (e ricco di opportunità) dei sentieri che possiamo percorrere per uscire dalla selva oscura della crisi economica.**

Sia in un'ottica di costi benefici (agire ci costa molto meno di quanto ci costerà non agire), sia in un'ottica più di breve

periodo: **come soluzione alla crisi economica generata dalla pandemia molti economisti – tra cui il premio Nobel Joseph Stiglitz – hanno infatti suggerito la strada della transizione ecologica.** È sempre lo stesso Stiglitz, inoltre, che mostra come investire nelle rinnovabili crei fino a tre volte i posti di lavoro rispetto agli investimenti nel settore del fossile. Economicamente, quindi, ci conviene. E molto.

Investire nell'educazione

La gestione della crisi permetterebbe, vista la necessità di un cambio anche individuale del proprio stile di vita, di investire nel settore dell'educazione e far tornare la politica più vicina ai cittadini. Qua ognuno deve fare la sua parte, e questa chiamata all'azione civile, questa mobilitazione collettiva darebbe un nuovo senso di comunità che stiamo da tempo perdendo. Anche, e soprattutto, tra noi giovani.

La pandemia ci ha costretti a interrompere quello che era il nostro stile di vita. Si potrebbe costruire un parallelismo, ma sarebbe alquanto sbagliato: adesso sarà completamente diverso. Miglioreremo la nostra salute riducendo il consumo di carne. Avremo bisogno di meno auto (ma elettriche) e anche questo avrà un impatto enorme sulla salute: risparmieremo, vivremo meglio e più a lungo. Grazie all'efficientamento energetico dei nostri edifici e alle energie rinnovabili le nostre bollette saranno abbattute, l'energia costerà meno, ci sarà molto più lavoro e ancora: meno morti. Si stima infatti che a causa dell'inquinamento dell'aria 52.300 persone siano morte prematuramente in Italia nel 2018, un valore secondo solo a quello della Germania (che ha però molti più abitanti di noi). Più di 50.000 persone che muoiono ogni anno, una carneficina.

Certo, ancora non stiamo facendo abbastanza – e dobbiamo assolutamente fare di più. Però possiamo essere ottimisti: siamo sulla buona strada, lo dimostrano la Climate Law europea, o

anche la possibilità per noi giovani di scrivere su uno spazio come questo, o di metterci in gioco con le nostre proposte (come quelle visibili sul sito www.ritornoalfuturo.org), o ancora di partecipare a eventi come la YouthCOP.

È innegabile che la situazione negli ultimi due anni abbia subito una svolta senza precedenti. Per noi giovani la necessità di un'economia sostenibile rappresenta la rara occasione di risolvere molti dei problemi che affliggono la nostra generazione e, primo tra tutti, il problema lavorativo; ma anche quello della stagnazione. Un'economia green assicurerebbe una crescita economica che, conseguentemente, migliorerebbe le nostre vite.

Questo anno si terranno eventi internazionali che saranno essenziali come la COP26 e il G20. Entrambi si terranno totalmente o parzialmente in Italia (la YouthCOP e la Pre-COP26 si sono svolte a Milano) e il nostro Paese potrebbe essere leader nei negoziati climatici, assieme all'Europa.

Ma recentemente al LeaderClimate-Summit il nostro primato è stato scardinato dagli Stati Uniti e dal Regno Unito che ne sono usciti con una prospettiva molto migliore rispetto alla nostra, non solo nei target climatici ma anche nella narrazione del proprio ruolo. L'Europa dovrebbe giocare un ruolo centrale e fondamentale, sia nel campo della mitigazione che nel campo dell'adattamento. **Il nostro mercato unico deve tenere di conto della necessità di una carbon tax, per esempio. Imponendola anche alla frontiera così da incentivare Paesi come la Cina a una più veloce transizione.** Come ha detto anche lo stesso John Kerry, questo è il decennio decisivo per l'azione climatica; le nostre più brillanti menti scientifiche sono concordi: il tempo delle parole e delle attese è finito. Adesso, servono i fatti.

(*) Luigi Ferrieri Caputi 21 anni, attivista di *Fridays For Future Italia*, studia Studi Internazionali all'Università Cesare Alfieri di Firenze

La creatività (e la cioccolata) salveranno il mondo

Come si può accendere nei giovanissimi il desiderio di saperne di più, di informarsi e leggere sui temi ambientali? Una strategia può essere la 'comunicazione non convenzionale', la comicità, i concerti, le feste. E poi, un luogo di eccellenza è la scuola, dove l'educazione ambientale è ormai materia di studio anche se -come spiega il libro "10 idee per salvare il Pianeta prima che sparisca il cioccolato" - non si può parlare ai ragazzi di cambiamento climatico, sostenibilità o fonti energetiche, se non si fa attenzione a tematiche della vita quotidiana come la raccolta differenziata e ridurre gli sprechi energetici.

DOI 10.12910/EAI2021-038



di **Letizia Palmisano**, giornalista, scrittrice, social media & influencer strategist

La comunicazione è il processo attraverso il quale trasmettiamo agli altri i nostri pensieri, le emozioni, le conoscenze. Una delle difficoltà più grandi in un'epoca di overbooking informativo non è la produzione di un messaggio, ma il cercare di far sì che esso venga recepito, che l'informazione arrivi al destinatario e che magari da ciò parta un dialogo e un confronto. **Ad oggi non si può immaginare una lotta al climate change e un processo di transizione ecologica che non segua parallelamente un impegno nella divulgazione ambientale.** È fondamentale adottare un metodo della narrazione non solo in relazione a ciò che si comunica, ma anche avendo a riferimento il nostro pubblico. Da dove si può partire per bucare il muro di diffidenza? Come comunicare in maniera anche non convenzionale? Come riportato anche nell'ebook (scaricabile gratuitamente per chi volesse ap-

profondire) "Principi per una comunicazione efficace e per il coinvolgimento dei cittadini sul cambiamento climatico" - redatto dal Climate Outreach su incarico dell'IPCC la cui traduzione italiana è stata curata da Climalteranti - **per una comunicazione efficace in materia ambientale è importante partire da temi sui quali il pubblico può essere più sensibile per poter quindi instaurare un punto di contatto, fondamentale per riuscire a catturare l'attenzione, farsi ascoltare o leggere.**

Cosa c'entra la cioccolata con l'ambiente

Passare dalla teoria alla pratica può non essere semplice per questo ho deciso di raccontare una serie di esperienze vincenti che ho avuto l'occasione di seguire in questi anni o di vivere personalmente. Tra le mie sfide personali in tale ambito di recente ho

aggiunto quella legata alla pubblicazione di un libro: "10 idee per salvare il Pianeta prima che sparisca il cioccolato" (edito da Città Nuova) nasce dalla volontà di Matteo Nardi e mia, di condividere le nostre esperienze maturate come giornalisti e al contempo ecologisti, per dare soluzioni e risposte concrete su come condurre una vita più green. Il target? Chi ancora sia ai primi passi di questo percorso (o chi lo debba proprio iniziare).

La prima domanda che ci siamo posti, una volta ricevuto il manoscritto, è stata: come far prendere seriamente in mano il libro alle persone? Come farlo aprire, sfogliare e consultare come un manuale?

In risposta abbiamo giocato la carta del "prendere per la gola" i lettori, partendo in ogni caso da un dato certo: tra i tanti effetti negativi del surriscaldamento globale, si anno-



vera il calo della produzione di colture fondamentali come mais, riso e grano, e, secondo il World Economic Forum, rischiamo di rimanere anche a corto di “comfort food” come il caffè e il cioccolato¹. Sebbene il libro sia uscito da poche settimane, abbiamo già potuto avere un forte riscontro sul fatto che inserire il cioccolato, uno degli alimenti universalmente più amati da grandi e piccini, nel titolo ha solleticato la curiosità di molti.

Ora vi invito ad andare a parlare con un bambino o un adolescente e dirgli che la cioccolata è in pericolo: molto probabilmente interromperà qualsiasi cosa stia facendo.

Non importa quindi che si agisca per salvare il Mondo che conosciamo, per tutelare la biodiversità o per il proprio dolce preferito: ciò che è fondamentale è iniziare ora!

Una risata può salvare il mondo

Come può essere acceso nei giovanissimi il desiderio di saperne di più, di informarsi e leggere? Quali forme di comunicazione non convenzionale è possibile adottare? Sappiamo bene che Greta Thunberg, semplicemente manifestando da sola con un cartello,

è riuscita a coinvolgere e sensibilizzare milioni di giovani. Il suo sciopero per il clima iniziò nel 2018 e, grazie alla sua campagna, è riuscita a smuovere una delle fasce meno attente alle tematiche ambientali.

Eppure, già prima che il “fenomeno Greta” si diffondesse a livello planetario, gli esperti si interrogavano su quali strumenti e forme di comunicazione potessero consentire di guadagnare l’interesse degli adolescenti.

Una strategia per instaurare un dialogo intergenerazionale, che negli anni ho potuto riscontrare, è quella della comicità. L’ironia, infatti, è uno strumento di grande potenza poiché è capace di creare immediatamente un rapporto di sintonia con il pubblico e di far cadere quel sentimento di diffidenza che impedisce di ascoltare l’interlocutore soprattutto quando sussista un divario generazionale. Torno indietro di qualche anno, al 2017, per raccontare un esempio vincente. Uno dei target della campagna di comunicazione sull’efficienza energetica “Italia in Classe A” di ENEA e MiSE era rappresentato proprio dai teenager.

Tra gli appuntamenti del roadshow, in ogni tappa andò in scena uno spettacolo comico scritto da Diego Parasso-

le (comico e formatore) e da Antonio Disi ricercatore dell’ENEA. Iniziando ad affrontare i temi con delle battute, lo spettacolo consentiva di catturare l’attenzione e di non perderla anche quando si arrivava a parlare di concetti molto più seri.

Un coro per l’ambiente

Per quasi 20 anni ho scritto articoli su un luogo che mi sta particolarmente a cuore e che si trova a Roma sulla Via Prenestina: il Lago che sorge sull’area dell’Ex Snia. Si tratta di uno specchio d’acqua sorgiva ubicato all’incrocio con Via di Portonaccio, a due passi di Via dell’Acqua Bullicante (nome, evidentemente, sottovalutato da chi pensava di poter edificare nella zona) venuto alla luce nel 1992 durante i lavori di un parcheggio interrato. Il luogo è un’area industriale che, da allora, i cittadini del territorio cercano di tutelare per salvare l’ecosistema creatosi. Negli anni si sono infatti succeduti diversi progetti di edificazione e, solo nel giugno del 2020, è stato istituito il monumento naturale denominato Lago ex SNIA - Viscosa. Per ottenere questo risultato sicuramente sono stati importanti gli articoli e le manifestazioni che si sono susseguite nel tempo ma, a fare la differenza, è stato il grande contributo di artisti che hanno iniziato a dar voce, anche cantando, al “lago che combatte”. **Questo è il titolo della canzone - frutto della collaborazione tra gli Assalti Frontali e Il Muro del Canto, con la regia di Marcello Saurino - che, nel 2014, divenne la colonna sonora dell’impegno dei cittadini, delle manifestazioni, dei concerti e delle feste e che oggi su YouTube conta oltre 1,2 milioni di visualizzazioni.** Da allora - come si può anche verificare agevolmente attraverso Google Trends cercando la voce “lago Ex Snia” - l’interesse è esploso assieme alla voglia di informarsi, nonché di partecipare alle iniziative organizzate dai volontari (ad iniziare da una grande mobilitazione dei giovanissimi).

Il conto alla rovescia è iniziato

In occasione della Giornata Mondiale dell'Ambiente 2021, lo scorso 5 giugno, è stato inaugurato il primo Climate Clock italiano.

All'interno del display di questo orologio, installato all'esterno del Ministero della Transizione Ecologica, vengono riprodotte alcune frasi come: "La CO₂ è come il sale, indispensabile alla nostra vita, ma velenosa se in eccesso" del chimico James Lovelock, "Non abbiamo più tempo per essere pessimisti" dell'analista ambientale e fondatore del Worldwatch Institute, Lester R. Brown, "Il futuro ci giudicherà soprattutto per quello che potevamo fare e non abbiamo fatto" del regista Ermanno Olmi, "L'immutabilità è il mutare della Natura" della poetessa Emily Dickinson, "La gestione sostenibile delle nostre risorse naturali promuoverà la pace" del premio Nobel per la pace Wangari Maathai e "La Terra non è un'eredità ricevuta dai nostri Padri, ma un prestito da restituire ai nostri figli" del Capo nativo americano See-ahth.

I promotori dell'iniziativa intendono sensibilizzare le coscienze dei cittadini sull'emergenza causata dal climate change e sul conto alla rovescia in atto al fine di spingere i cittadini a cercare di contenere l'innalzamento medio della temperatura del Pianeta entro 1,5° e affinché ognuno possa sentir-

si responsabile, e quindi parte, di un percorso condiviso che ha come mission un futuro con basse emissioni di carbonio.

Nato sull'onda della campagna internazionale inaugurata a New York il 19 settembre 2020 dagli artisti Gan Golan e Andrew Boyd, l'orologio italiano sarà inoltre messaggero di ulteriori notizie: indicherà, infatti, anche la percentuale di energia prodotta da fonti rinnovabili nel mondo e racconterà le idee di sei testimonial, fra artisti, scienziati e attivisti, noti per il loro impegno verso l'ambiente e la natura. Come ha chiarito anche il Ministro per la transizione ecologica Roberto Cingolani, "il tempo che questi orologi indicano è il tempo che abbiamo per agire. Un tempo che possiamo invertire. La transizione ecologica è lo strumento principale per spostare queste lancette e liberarci dalla spada di Damocle dei rischi a cui ci espongono i cambiamenti climatici. L'ora che segna è l'ora della volontà".

La scuola può tutto

La scuola può tutto, sosteneva Simonetta Salacone, storica e indimenticata dirigente scolastica di Roma est. La scuola può davvero essere maestra di vita e può rappresentare un tassello fondamentale di ciò che fa di noi cittadini del nostro Paese e del mondo. Oggi l'educazione ambientale è dive-

nuta materia scolastica, ma - come approfondiamo anche nel libro "10 idee per salvare il Pianeta prima che sparisca il cioccolato" - non si può parlare di cambiamenti climatici, di sostenibilità, di raccolta differenziata o di mobilità leggera alle giovani menti se poi non si presta la dovuta attenzione alla riduzione degli sprechi energetici, ad una corretta raccolta differenziata e ad avere una biblioteca che possieda i testi necessari ad effettuare gli opportuni approfondimenti. Non a caso, infatti, lo scorso 24 giugno il Ministero della Transizione Ecologica ha diffuso un bando per l'accesso ad un fondo di 200 milioni per la riqualificazione energetica di edifici come scuole, strutture sanitarie e impianti sportivi pubblici.

Nel comunicato diramato si legge: "una manovra varata nel segno della Transizione Ecologica, finalizzata alla realizzazione di interventi di efficientamento energetico ed idrico che consentano un miglioramento nel parametro di efficienza energetica dell'edificio di almeno due classi energetiche. Il finanziamento massimo che si può richiedere per singolo edificio è di due milioni di euro".

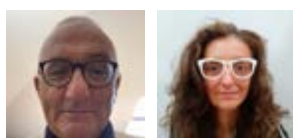
Non c'è messaggio che possa accendere nei giovani una scintilla più forte del buon esempio e di una vita trascorsa in edifici sostenibili.

1. <https://www.weforum.org/agenda/2018/02/12-of-your-favorite-foods-that-might-be-going-extinct-soon>

Comunicare le sfide a studenti e insegnanti: il Festival delle Scienze di Roma

Le nuove generazioni sono quelle che si trovano e si troveranno sempre più a doversi confrontare con le conseguenze delle scelte fatte da chi li ha preceduti, e la sfida sta proprio nel creare un dialogo costruttivo di reciproco ascolto tra generazioni e riconoscimento delle responsabilità di ciascuno. Il delicato e fondamentale ruolo degli insegnanti e, in generale degli adulti, è quello di fornire ai giovani i mezzi per potersi orientare in maniera critica e consapevole all'interno del mondo dell'informazione e della scienza.

DOI 10.12910/EAI2021-039



di Vittorio Bo e Claudia Ribet, Festival delle Scienze di Roma (*)

“Niente nella vita va temuto, dev'essere solamente compreso. Ora è tempo di comprendere di più.”

Marie Curie

I Festival delle Scienze di Roma è nato nel 2006 dal desiderio di Fondazione Musica per Roma e Codice Edizioni di creare uno spazio nel quale promuovere la divulgazione scientifica come forma di educazione culturale, per rendere la scienza una dimensione della conoscenza accessibile e alla portata di tutti, ma allo stesso tempo profonda e rigorosa. Da allora, il Festival è evoluto fino ad arrivare alla 16^a edizione, che si svolgerà dal 22 al 28 novembre 2021, ancora una volta presso gli spazi dell'Auditorium Parco della Musica di Roma, con il supporto di una rete scientifica che è sempre più consistente e che vede quest'anno 15 enti di ricerca italiani – tra cui l'ENEA

- tra i protagonisti principali dell'evento e alcune tra le realtà più innovative nel panorama dell'EDU-TECH italiano.

Perché la scienza?

La scienza è curiosità, è necessità di cercare di comprendere, è instillare il dubbio, è imparare a mettersi in gioco, è collaborare. È stato più volte detto e sentito: la scienza provoca continue domande, ne cerca le risposte, ma non dà certezze assolute. Per usare le parole di Telmo Pievani, filosofo della biologia, la scienza “utilizza l'ignoranza generativa, ossia, sappiamo di non sapere tante cose, e proprio per questo continuiamo a cercare, al contrario dell'ignoranza cattiva, dogmatica, che non si fa domande”.

Il tema principale dell'edizione del Festival delle Scienze di Roma del 2021 è SFIDE. La crisi ambientale e i cambia-

menti climatici in corso, la riduzione della biodiversità, l'iperurbanizzazione e l'inquinamento delle grandi aree metropolitane con conseguenze drammatiche per la salute della popolazione la crisi economica, le disuguaglianze sociali, il progresso tecnologico e digitale e la tutela dei principi etici e della dignità della persona umana, gli sviluppi dell'intelligenza artificiale, sono solo alcune delle principali sfide davanti alle quali si trova l'uomo contemporaneo.

Questa sedicesima edizione del Festival sarà dedicata al ruolo della scienza di fronte alle sfide globali. Una riflessione focalizzata in particolare a comprendere come possiamo indirizzare il futuro di noi stessi, della Terra e delle specie che vi convivono, alla luce anche degli eventi degli ultimi due anni, che ci hanno costretto a misurarci con i nostri limiti e con le conseguenze delle nostre azioni.



Scienza e informazione

Mai come ora abbiamo atteso la risposta alle sfide della pandemia dalla comunità scientifica internazionale: come comportarsi, quali sono i rischi, qual è la situazione pandemica attuale, l'efficacia dei vaccini e via dicendo. Allo stesso tempo, i rischi connessi al riscaldamento climatico e quelli relativi all'inquinamento degli oceani e delle acque, l'impatto dell'urbanizzazione a livello globale sulla biodiversità e sulla sopravvivenza stessa dell'umanità, mettono la scienza sempre più al centro del dibattito pubblico. Se da un lato vi è un pubblico con una sempre più urgente domanda di informazione, ma che spesso ha difficoltà a gestire, dall'altro, vi sono scienziati e istituzioni che non sempre si dimostrano in grado di co-

municare in maniera efficace e chiara con la società.

A questo si aggiunge il fenomeno noto come *infodemia*, ossia una **sovraabbondanza di notizie** che sottopone le persone a una sovra-stimolazione di informazioni derivanti da molteplici fronti, e con informazioni spesso in contrasto l'una con l'altra. I social media sono inoltre tra i canali prediletti per diffondere fake news e disinformazione, creando una vera e propria **giungla comunicativa** all'interno della quale diventa sempre più complicato orientarsi.

Le nuove generazioni e il ruolo degli insegnanti

Particolare attenzione abbiamo sempre rivolto alle ragazze e ai ragazzi. Le nuove generazioni sono per na-

tura quelle con le menti più curiose, aperte, pronte a assorbire nuove conoscenze e proprio per questo motivo è fondamentale che siano messe nelle condizioni di avere un approccio critico e consapevole alla scienza, ma non solo.

Il ruolo degli insegnanti, e in generale di tutti gli adulti, dovrebbe essere a nostro parere, proprio quello di dare ai giovani gli strumenti per potersi muovere in maniera consapevole all'interno della società, e per poter decidere il futuro insieme in maniera attiva e non passiva.

Da sempre il Festival cerca di immaginare modalità divertenti e coinvolgenti per avvicinare il pubblico dei più giovani alle tematiche scientifiche. Caratteristica fondamentale delle attività dedicate alle scuole è sempre stata una grande componente

emotiva e esperienziale, non solo cognitiva e formativa.

Abbiamo infatti sempre ritenuto che incoraggiare gli studenti a comprendere, sperimentare e toccare con mano la scienza sia fondamentale per appassionare i ragazzi a tematiche scientifiche e apparentemente lontane dalla quotidianità.

I ragazzi si sono così trovati nel corso degli anni a imparare a pilotare robot su Marte, a realizzare razzi spaziali, a viaggiare all'interno di un vulcano con la realtà virtuale, a fare autopsie ad aspirapolveri, a indagare le leggi dell'aerodinamica utilizzando aerei di carta, a realizzare videogiochi con programmi di coding, a fare musica con la frutta, a sciogliere misteri collaborando in gruppo e ad imparare che cosa sono le onde gravitazionali. Allo stesso tempo, hanno avuto l'opportunità di confrontarsi dal vivo con personalità iconiche e giovani talenti della scienza, da Jane Goodall a Alessio Figalli, da Amalia Ercoli Finzi a Federico Fanti, per citarne solo alcuni.

L'edizione 2021

Come molti, nel 2020 ci siamo trovati a dover ripensare a tutte le attività dedicate alle scuole, originariamente programmate in presenza, per trasferirle in digitale. Questa è stata sicuramente la sfida più difficile che abbiamo dovuto affrontare rispetto alla programmazione tradizionale del Festival. Se da un lato abbiamo avuto la possibilità di raggiungere le scuole e gli insegnanti di tutta Italia, dall'altro ci è mancata decisamente la parte fisica e "festiva" del Festival, quando gli spazi dell'Auditorium sono invasi da migliaia di ragazzi e ragazze di tutte le età. Per l'edizione del 2021 il programma per le scuole torna ad essere in forma ibrida, con attività previste in pre-



senza e alcune che saranno realizzate esclusivamente in digitale, proprio per continuare a offrire la possibilità a tutte le scuole di Italia di partecipare ai laboratori e ai webinar proposti. Il tema delle sfide verrà trattato sotto diverse lenti interpretative e differenti approcci disciplinari: dalla fisica alla robotica, dalle scienze della terra alla matematica, con laboratori, spettacoli teatrali, incontri con scienziati e scienziate, exhibit e mostre.

In questa edizione inoltre vogliamo approfondire la parte relativa alla formazione per insegnanti, educatori e genitori e offrire loro in questo modo la possibilità di sviscerare l'utilizzo di strumenti digitali per favorire l'inclusione socio-educativa attraverso la didattica a distanza, per realizzare una comunicazione online efficace, approfondire aspetti legati alle neuroscienze rispetto alla didattica e all'apprendimento e scoprire le tecniche della gamification come strumento didattico.

Insomma, un grande Festival per pro-

muovere la divulgazione scientifica a tutti i livelli, rimanendo fedeli al concetto che ci ha mossi sin dalla prima edizione sempre alla ricerca della qualità e del metodo, per realizzare consapevolezza, coscienza critica, partecipazione e capacità di scelta.

() Vittorio Bo è editore e organizzatore di eventi culturali, con particolare attenzione al mondo della scienza e dell'innovazione. Nel 2003 ha fondato la casa editrice Codice Edizioni e il Festival della Scienza di Genova, che ha diretto sino al 2015. Nel 2005 ha creato il Festival delle Scienze di Roma assieme alla Fondazione Musica per Roma, che negli anni è cresciuto sino a diventare uno degli eventi più riconosciuti e accreditati a livello nazionale ed internazionale. Attualmente ricopre anche la carica di Commissario Straordinario delle Biblioteche di Roma.*

Claudia Ribet è organizzatrice di eventi culturali, con un'esperienza decennale in progettazione e coordinamento di Festival. Dal 2017 è Program Manager e Curatorial Assistant per il Festival delle Scienze di Roma.

Dal laboratorio all'aula: ENEA per il mondo della scuola

Il mondo della ricerca può fare molto per migliorare la qualità del sistema educativo, promuovere la cultura scientifica, favorire il trasferimento di conoscenze “dal laboratorio all’aula” e creare un ‘ponte’ fra ricerca e scuola. Partendo da questa convinzione e facendo leva sulla sua natura multidisciplinare, l’ENEA ha attivato numerosi progetti formativi a livello locale e nazionale attraverso una fitta rete di collaborazioni con le istituzioni scolastiche di ogni ordine e grado.

DOI 10.12910/EAI2021-040



di Laura Di Pietro, responsabile del Servizio Informazione ed Eventi - ENEA

Il mondo della ricerca può fare molto per migliorare la qualità del sistema educativo, promuovere la cultura scientifica e favorire il trasferimento di conoscenze “dal laboratorio all’aula”: partendo da questa convinzione e facendo leva sulla sua natura multidisciplinare, l’ENEA ha attivato numerosi progetti formativi a livello locale e nazionale attraverso una fitta rete di collaborazioni con le istituzioni scolastiche di ogni ordine e grado.

In questo contesto presso i suoi centri di ricerca ENEA organizza visite guidate o virtuali per insegnanti e studenti, summer school, percorsi formativi e seminari online, attività sperimentali e laboratoriali, cicli di incontri con i ricercatori, open-day, campagne di sensibilizzazione, laboratori ed altre attività didattico-educative, tra cui anche le-learning, con una piattaforma ad hoc. Sarebbe impossibile trattare nel dettaglio ogni singola iniziativa messa in campo dall’Agenzia, ma è possibile

ricordare, nominandoli, progetti importanti quali, l’Accordo Quadro con la Rete Nazionale delle Fondazioni Its “Efficienza Energetica”, il costante lavoro dei Dipartimenti sul territorio, i laboratori per i più piccoli come “la magia della chimica”, il progetto di divulgazione scientifica “Il linguaggio della Ricerca (LdR)” sulla molteplicità dei linguaggi con i quali si possono comunicare efficacemente contenuti scientifici, il Progetto SUSa, frutto di un lavoro corale con altri enti di ricerca e la partecipazione all’attuazione del progetto del Ministero dell’Istruzione ‘RiGenerazione Scuola’. Alcune esperienze più recenti e significative verranno invece trattate più approfonditamente.

STEM e Alternanza Scuola Lavoro

Due campi di particolare impegno dell’ENEA riguardano le STEM e l’Alternanza Scuola Lavoro. L’acronimo STEM (sigla inglese di Science,

Technology, Engineering e Math) si riferisce alle discipline accademiche della scienza, della tecnologia, dell’ingegneria e della matematica. Nel mondo del lavoro, le aree STEM da sempre vedono una predominanza maschile. Le ragazze, tradizionalmente, scelgono discipline umanistiche. E invece, è proprio in aree STEM che, secondo l’Unione Europea, entro il 2025 saranno richiesti 7 milioni di nuovi posti di lavoro. E’ dunque necessario far acquisire alle studentesse la consapevolezza delle opportunità e dell’importanza di dare un contributo allo sviluppo sociale e culturale anche in ambiti “tradizionalmente” (ed erroneamente) poco attrattivi per le donne; quest’obiettivo può essere raggiunto rimuovendo gli ostacoli di tipo culturale, sensibilizzando docenti e studenti e valorizzando il talento degli studenti e delle studentesse in tali ambiti. L’ENEA, con le sue attività rivolte alle scuole, partecipa e contribuisce alla promozione dell’in-

novazione e della cultura scientifica, oltre gli stereotipi di genere.

Per quanto riguarda l'Alternanza Scuola Lavoro, diventata obbligatoria per i licei, nell'ambito della Buona Scuola (Legge 107/2015) è la «nuova materia» che chiede ai ragazzi di “apprendere facendo” con l'obiettivo di abbattere il muro tra due realtà, scuola e lavoro, e avvicinare i ragazzi alla concretezza di un mestiere.

L'ENEA ha aderito fin da subito con un progetto pilota che ha coinvolto numerosi ricercatori e ha portato alla realizzazione di più di cinquanta percorsi didattici l'anno. Si è trattato di un'esperienza nuova, fondata su una forte volontà di apertura verso l'esterno, di condivisione e di innovazione che ha portato, nel tempo, a elaborare un modello organizzativo ripreso poi anche da altri enti di ricerca.

Dalle presentazioni fatte dai ragazzi al termine del primo ciclo di alternanza è emerso che attraverso l'immersione nell'ambiente della ricerca, questi “ricercatori in erba” sono stati in grado di calarsi nel ruolo, di entusiasinarsi, di crescere ed acquisire consapevolezza, imparando ad utilizzare anche la terminologia più appropriata. Da qui la certezza che, attraverso il collegamento tra la scuola e il mondo del lavoro, si possa arrivare ad un apprendimento basato sull'esperienza pratica, in grado di migliorare la qualità dell'istruzione e della formazione. L'entusiasmo e l'impegno dei ricercatori ENEA hanno permesso inoltre di superare le difficoltà derivanti soprattutto dalla complessità 'organizzativa' - riunioni interne e con la scuola, predisposizione del materiale didattico e amministrativo, comunicazioni con insegnanti e tutor interni, controllo di qualità nei flussi delle attività programmate, ecc. - e di migliorare le relazioni con il territorio circostante, promuovere l'imprenditorialità delle nuove generazioni e formare cittadini più consapevoli.

Affinché l'ASL possa svolgere questa



funzione, è necessario che sia fatta bene, con qualità, in modo da consentire ai giovani di sviluppare quelle competenze che saranno fondamentali per avvicinarsi al mondo lavorativo con il giusto bagaglio di abilità e conoscenze. **Questo tipo di attività si inserisce, peraltro, nel solco dello Statuto dell'Agenzia che riconosce come prioritaria l'attività di divulgazione, diffusione e valorizzazione dei risultati della ricerca.** L'articolata offerta formativa ENEA ha riguardato i vari ambiti di competenza dell'Agenzia, energetico, ambientale e dell'innovazione tecnologica, e ha permesso di valorizzare la capacità formativa e di rafforzare i rapporti con altre istituzioni pubbliche, come il Ministero dell'Istruzione, il Consiglio Nazionale delle Ricerche, l'Istituto Superiore di Sanità e alcune tra le più prestigiose università italiane. Nel 2018 l'ASL è stata trasformata in Percorsi per le Competenze Trasversali e per l'Orientamento" (PCTO), una variazione non solo nominale che ha comportato una focalizzazione maggiore sulla dimensione orientativa. **In ENEA i PCTO, hanno favorito la comunicazione intergenerazionale portando una “ventata” di aria nuo-**

va ed hanno accresciuto la consapevolezza in termini di responsabilità sociale.

Iniziative mirate per la Didattica A Distanza

A causa della pandemia, gli insegnanti di tutto il mondo si sono trovati, da un giorno all'altro, a dover fronteggiare la più grande sperimentazione mai vista sul fronte della “smart education”: la Didattica A Distanza (DAD). Per lo più sconosciuta fino a quel momento, questo percorso educativo mediato dal computer e da Internet, ha progressivamente coinvolto oltre 1,5 miliardi di studenti, il 91% del totale secondo l'UNESCO. Sin dall'inizio del lockdown sono stati avviati piani di emergenza a sostegno della didattica e l'esplosione della DAD ha evidenziato l'importanza di progettare corsi di qualità. L'ENEA ha preso parte all'iniziativa coordinata dall'Istituto Nazionale di Documentazione Innovazione e Ricerca Educativa (INDIRE), rivolta alle scuole di ogni ordine e grado, per introdurre soluzioni per la DAD, con metodologie e strumenti innovativi. In questa occasione, i maggiori enti

pubblici di ricerca italiani, hanno fatto fronte comune per proporre contenuti, video e contributi interattivi su un'unica piattaforma resa disponibile a insegnanti, studenti e famiglie. Il materiale, che è stato in questi mesi continuamente aggiornato, fa riferimento alla migliore produzione di comunicazione del mondo della ricerca, ed è stato organizzato per temi, tag ed ente di appartenenza.

L'ENEA in particolare ha messo in campo un "E-Prof" virtuale per spiegare il mondo dell'energia ai più piccoli, ha proposto 6 TED talks, un 'pacchetto' di 10 lezioni online su efficienza e risparmio energetico, 10 dirette Facebook con i suoi esperti sui temi dell'efficienza energetica nell'ambito della campagna di formazione e informazione "Italia in Classe A", realizzata in collaborazione con il Ministero dello Sviluppo Economico. Inoltre ha condiviso la sezione 'Scuola' della sua piattaforma e-learning e reso disponibili un'ampia selezione di video su clima, ambiente, economia circolare, energia da fusione e innovazione tecnologica.

Economia circolare e best practices

Il grado di sensibilità per l'ambiente nel mondo dei giovani e dei giovanissimi è fortemente aumentato in questi ultimi anni, grazie anche ai movimenti per la salvaguardia del clima, spesso ispirati alle campagne di Greta Thunberg, la studentessa svedese che ha iniziato a non andare a scuola per sensibilizzare gli adulti sui rischi dell'effetto serra. Cercare di dare risposte a quegli studenti che più volte sono scesi in piazza per la lotta contro i cambiamenti climatici e che sentono questo tema come prioritario per il loro futuro, è da tempo anche un obiettivo dell'ENEA, in prima linea

quando si parla di transizione ecologica, sostenibilità, economia circolare e consumo consapevole. In questo settore vi sono moltissime iniziative verso le scuole in diverse regioni italiane. Un'esperienza di particolare rilievo è la Rete "Veliero Parlante", composta da 52 scuole di ogni ordine e grado del Salento. L'obiettivo dell'iniziativa, alla quale l'ENEA partecipa fin dalla sua nascita con il Centro di Ricerche di Brindisi, è di sperimentare attività didattiche innovative di matrice laboratoriale e portare avanti un modo nuovo di "fare scuola".

Di recente la rete si è allargata ed ha portato alla firma di un accordo con l'Istituto Comprensivo Statale "Giovanni Falcone" di Copertino (LE), scuola capofila e polo per la formazione Rete Ambito 18. La convenzione, prevedeva 72 ore di seminari a distanza e sincrona, suddivisi in 38 incontri che l'ENEA ha realizzato tra febbraio e marzo 2021, attraverso lezioni online rivolte ai docenti.

Si è trattato di un vasto progetto di diffusione delle conoscenze, di aggiornamento dei contenuti scientifici, di informazione e sensibilizzazione che ha coinvolto più di 40 ricercatori dei diversi Centri ENEA. Gli argomenti hanno spaziato dall'area STEM all'educazione civica, dall'inquinamento atmosferico alle biotecnologie, dalla microbiologia degli alimenti, alla fitodepurazione delle acque, ma anche cibo, salute, uso efficiente delle risorse, produzione e consumi a km0 e molto altro ancora.

Open Day della Ricerca e Notte dei Ricercatori

Fra le altre iniziative dedicate al mondo della scuola vi è la tradizionale Notte dei Ricercatori, un'occasione

per celebrare la "festa della Scienza" con eventi e webinar dedicati al mondo della scuola, virtual tour nei centri di ricerca e nelle sedi degli enti e delle università, incontri con i ricercatori, laboratori e documentari. L'obiettivo è di avvicinare il grande pubblico al mondo della ricerca, far conoscere il lavoro dei ricercatori e dei tecnici e far capire come la ricerca possa contribuire allo sviluppo sostenibile del Paese. Nel 2021, tenuto conto della pandemia, il tema della Notte, in programma il 24 settembre, è lo stesso del 2020, e cioè "i cambiamenti climatici". **Fra le iniziative più recenti dell'ENEA, infine c'è la collaborazione con il Piano 'Rigenerazione Scuola' presentato agli inizi di giugno dal Ministro dell'Istruzione Patrizio Bianchi nell'ambito dell'attuazione dell'Agenda 2030 dell'Onu'. L'iniziativa prevede il coinvolgimento di studenti, dirigenti e docenti in qualità di "attori", mentre saranno diversi i "rigeneratori" chiamati a partecipare per ciascuna sezione. L'ENEA in particolare, partecipa al Comitato Tecnico scientifico che dovrà stabilire le azioni utili per formare le nuove generazioni su energia e ambiente.**

E ultima, ma non ultima c'è questa rivista; ci auguriamo che questo numero, un po' "speciale", dedicato a tutto il pubblico giovanile, oltre che al mondo scolastico e ai suoi operatori, rappresenti uno strumento didattico utile per sensibilizzare le coscienze, riconquistare una generazione provata da mesi di lezioni a casa, sviluppare il senso critico e restituire a tutti una visione del mondo migliore.

La Notte Europea dei ricercatori e il progetto NET

La Notte Europea dei Ricercatori è nata come occasione per aprire le porte della ricerca al grande pubblico, al mondo dei giovani, degli insegnanti e dell'educazione attraverso incontri 'diretti', mostre, visite guidate, seminari, dimostrazioni. In questo contesto, dieci organizzazioni italiane di alto livello scientifico, hanno deciso di unire le forze e dar vita a "ScienzaInsieme" e di lanciare il Progetto NET con l'obiettivo di fornire un'informazione corretta che consenta scelte e comportamenti consapevoli. Perché se la scienza non interviene nel dibattito pubblico, il suo spazio può essere rapidamente occupato da fake news e messaggi pregiudizievole camuffati da informazioni.

DOI 10.12910/EAI2021-041



di **Fabiola L. Falconieri**, Servizio Informazione ed Eventi ENEA, **Claudia Ceccarelli**, Responsabile Ufficio Comunicazione e Didattica, CNR-ARTOV

Nell'era della disintermediazione, mentre il cittadino assume un ruolo di protagonista all'interno di un sistema molto ampio ed è spesso sollecitato a contribuire a scelte responsabili per garantire un futuro più sostenibile alle generazioni future, il punto di vista scientifico costituisce uno strumento di comprensione che non può essere semplicemente riservato agli addetti ai lavori. Di fronte alle grandi sfide globali, alla scienza viene richiesto non solo di "ricercare" soluzioni possibili ma anche di contribuire a soddisfare le esigenze di una società consapevole e correttamente informata. Una nuova idea di progresso sostenibile, che ci consenta di rimediare ai danni che l'uomo si è procurato da solo perseguendo una crescita disinteressata al depauperamento del capitale naturale (senza il quale però nessuna crescita è possibile), può essere realizzata solo da

una società dove la conoscenza è una risorsa partecipata. Problemi e rischi globali come il cambiamento climatico o la pandemia, stanno mettendo in luce un aspetto che fino a ieri sembrava solo una riflessione teorica: la conoscenza, e *in primis* la conoscenza scientifica, può diventare "il collante potenzialmente più universalizzante fra tutti gli esseri umani"¹. La costruzione di una società della conoscenza è oggi la grande sfida, in primo luogo della scuola, del sistema universitario e della formazione, ma anche di chi si occupa di ricerca, comunicazione e divulgazione.

Ri-pensare il modo di comunicare la ricerca

A livello europeo, la questione era stata affrontata fin dall'inizio del nuovo secolo: la Strategia di Lisbona, lanciata nel marzo del 2000, aveva stabilito

l'obiettivo di fare dell'Unione la più competitiva e dinamica economia della conoscenza entro il 2010.² Cinque anni dopo, il processo sembrava ancora ai blocchi di partenza. Janez Potočnik, allora Commissario per la Scienza e la Ricerca Europea, era ben consapevole che la maggior parte dei cittadini europei non aveva alcun interesse per la scienza³, né per le politiche europee. Era quindi necessario ripensare il modo di comunicare la ricerca e favorire fra i ricercatori la diffusione del senso di appartenenza ad una comunità europea, responsabile e impegnata a lavorare per lo sviluppo sostenibile dell'Unione. Nel marzo 2005 era stata pubblicata la "Carta Europea dei Ricercatori" e lanciata una nuova iniziativa, "Ricercatori in Europa 2005" con l'obiettivo di promuovere le professioni scientifiche, creando occasioni di interazione diretta con i cittadini e promuovendo

vere, soprattutto verso le generazioni più giovani, la passione per le scienze e le carriere scientifiche. Fra le tante attività previste, venne lanciata per la prima volta la **Notte Europea dei Ricercatori** da tenersi in tutti i Paesi dell'Unione il 23 settembre, l'ultimo venerdì del mese. Vi aderirono 15 Paesi e circa 20.000 europei⁴ entrarono, probabilmente per la prima volta nella loro vita, in quelle che erano considerate le 'torri d'avorio' della ricerca. **La Notte Europea dei Ricercatori con l'apertura dei laboratori al pubblico**, è stata subito amata: dal pubblico, che poteva vedere e persino provare a usare gli strumenti del ricercatore; dai ricercatori stessi, che si sono riconosciuti come una comunità che partecipa a una grande festa allargata delle scienze. Il fascino della Notte deriva proprio dalla disintermediazione: è la possibilità di fare domande e dare risposte senza cattedre in mezzo, di entrare in un "sito per addetti ai lavori", di raccontare la propria passione a un pubblico empatico; è l'incontro non-mediato. Un appuntamento che, proprio per queste sue caratteristiche, nel tempo ha visto crescere la partecipazione di insegnanti e alunni che hanno colto l'importanza di uscire dall'aula per provare *hands-on experiments*, letteralmente a "mettere le mani" sul banco del ricercatore e lasciarsi guidare

attraverso l'esperimento. L'edizione del 2019, l'ultima prima della pandemia, ha visto la partecipazione di 27 Paesi, oltre 1,6 milioni di visitatori e circa 36.000 ricercatori⁵

Il progetto NET scieNcE Together

La Notte Europea dei Ricercatori è ormai un appuntamento al quale chiunque sia impegnato nella divulgazione scientifica in Europa non può mancare. Nel 2019 dieci organizzazioni italiane di alto livello scientifico, unite dal desiderio di costruire un network solido e capillare sul territorio, affinché la scienza diventi uno strumento diffuso di consapevolezza per il cittadino, hanno deciso di unire le forze e dar vita a "ScienzaInsieme". Uno degli obiettivi prioritari è stato di partecipare al bando di Horizon 2020 per la Notte Europea dei ricercatori con un proprio progetto denominato NET scieNcE Together ispirato alla rete di contatti, collaborazioni, scambi ed esperienze condivise del gruppo. Il bando è stato vinto proprio nel momento in cui l'Italia e l'Europa tutta si sono trovate in piena emergenza COVID-19: dopo 14 anni, la Notte dei laboratori aperti chiudeva ai visitatori, la data veniva posticipata a novembre e a tutti i progetti vincitori veniva chiesto di ripensare le attività in modalità online.

La pandemia ha mutato radicalmente lo scenario e l'obiettivo di trasferire le conoscenze scientifiche e del mondo della ricerca a studenti, docenti, al vasto pubblico, è diventata una vera e propria sfida. Come sarebbe stato possibile, infatti, continuare a creare 'ponti' fra grande pubblico e ricerca, a fronte delle rigorose restrizioni imposte dal COVID-19?

Virtual tour e giochi on line

Il misurarsi con le esigenze dettate da una situazione così difficile, ha velocizzato e sancito un cambiamento che era nell'aria da un po': l'utilizzo di strumenti multimediali per un approccio più diffuso e sistematico dei contenuti.

La Notte di NET che aveva previsto l'uso di tecnologie ICT solo come strumento di supporto organizzativo o promozionale, è stata riscritta includendo nuove soluzioni: se comunicare la scienza non è solo adottare un linguaggio adatto e comprensibile a tutti, ma anche realizzare situazioni che favoriscano il processo di ascolto e di scambio col cittadino, bisogna imparare a costruire anche situazioni virtuali altrettanto coinvolgenti. Strumenti già utilizzati come i webinar e le conferenze in diretta streaming sono stati ripensati in modo da ri-creare incontri non mediati e sono stati davvero apprezzati dagli insegnanti e dagli studenti, costretti a lavorare in DaD; inoltre sono nati i virtual tour aperti al pubblico dove i visitatori possono gestire la propria visita in completa autonomia e partecipare a giochi online per favorire l'interazione. Per la prima volta in Italia, NET ha avviato una collaborazione con RAIPlay per la trasmissione su base nazionale di talk appositamente realizzati dai nostri ricercatori per la Notte.

Se è vero che l'esperienza 'face to face' ci è sempre sembrata il modo più efficace per lasciare un messaggio chiaro e trasferire contenuti scien-



tifici, è altrettanto vero che l'Information Technology ci ha permesso di abbattere le barriere geografiche e temporali del sistema tradizionale della Notte. In diretta streaming e, quando possibile, lasciati fruibili on demand anche in seguito, i nostri contenuti possono venire più ampiamente diffusi delle attività che venivano 'visute' in presenza. La rete di NET si è ampliata e rafforzata a beneficio del pubblico. Ed anche per il 2021 vuole mettere a frutto tutta l'esperienza fatta, con un programma 'misto': durante l'estate con attività in presenza, incontri di avvicinamento, caffè e trekking scientifici all'aperto, seguendo le regole di distanziamento in sicurezza, e online con nuovi virtual tour, webinar e giochi on demand. Il risultato finale è che la Notte si dilata nel tempo e diviene più ricca.

Eppure non possiamo non chiederci se e come cambierà in futuro: i ricercatori di tutta Europa torneranno a incontrare il loro pubblico all'interno dei laboratori o sarà la realtà virtuale a fornire spazi di incontro sempre più coinvolgenti e personalizzabili? La pandemia ha messo più che mai in evidenza come, per consentire ai cittadini di attuare scelte e comportamenti consapevoli, non basti il le-



gislatore, è necessaria la conoscenza e l'informazione corretta; e quando la scienza rinuncia a intervenire nel dibattito pubblico il suo spazio può essere rapidamente occupato da fake news, messaggi pregiudizievolei camuffati da informazioni.

Fin dalle origini della scienza, i primi filosofi naturalisti sapevano che la conoscenza acquisisce valore quanto più diviene metodologicamente universale e oggi con la globalizzazione e la disintermediazione, il valore di

questo termine è immenso. *Universale* include tutti ed è il valore della società della conoscenza, che si potrà realizzare attraverso una trasformazione profonda alla quale forse la pandemia ha dato un'accelerazione, ma che noi siamo convinti si farà anche con la partecipazione di cittadini, insegnanti, studenti e ricercatori alla Notte Europea dei Ricercatori, in tutte le sue manifestazioni.

www.scienzainsieme.it

1. Andrea Cerroni, *Scienza e società della conoscenza*, UTET Università. 2006
2. Consiglio Europeo, Lisbona 23 e 24 Marzo 2000, www.europarl.europa.eu/summits/lis1_it.htm
3. Janez Potočnik, Commissario Europeo per la Scienza e la Ricerca, *Let's make Science the next headline*, SPEECH/05/685, testo dell'intervento tenuto a Brussels, il 14 Novembre 2005
4. Ufficio stampa Commissione Europea IP 09/1356, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_09_1356
5. European Researchers' Night | Marie Skłodowska-Curie Actions (europa.eu)

Le interviste

Le nuove generazioni possono cambiare il mondo

In questo momento di grande complessità, le nuove generazioni hanno un ruolo decisivo e di grande responsabilità sul fronte della sostenibilità; non sono bottiglie o pacchi 'da riempire', realtà da indottrinare o strumentalizzare, ma luci da accendere, talenti che possono insegnare e donare molto all'umanità. E se Papa Francesco ha scelto di convocare gli under 35 ad Assisi, è perchè ha compreso e ci fa comprendere che i giovani hanno il sogno che può cambiare realmente il mondo.

DOI 10.12910/EAI2021-041



Intervista con Padre Enzo Fortunato, *Direttore della sala stampa del Sacro Convento di Assisi*

Giornalista, scrittore, Direttore della Sala Stampa del Sacro Convento di Assisi, del mensile San Francesco Patrono d'Italia e del sito sanfrancesco.org. Frate minore conventuale di Assisi, Padre Enzo Fortunato è stato docente presso la Pontificia Università Antonianum, l'Istituto Teologico di Assisi e la Pontificia Facoltà Teologica San Bonaventura. Scrive per Avvenire, Corriere della Sera e La Repubblica, conduce la rubrica del Tg1 Dialogo ed ha vinto il premio internazionale di giornalismo Biagio Agnes con il libro "Siate amabili". Tra i promotori del Manifesto di Assisi è direttore della comunicazione di The Economy of Francesco, il grande evento voluto da Papa Bergoglio per riunire migliaia di giovani economisti da tutto il mondo per un nuovo modello economico fondato sulla sostenibilità. Per questo suo ruolo e per la sua lunga esperienza di giornalista e divulgatore abbiamo chiesto a Padre Fortunato che cosa occorre fare per avvicinare i giovani alla sostenibilità e quali sono gli errori evitare.

Intanto dobbiamo far comprendere ai giovani che non

“Dobbiamo far comprendere ai giovani che non sono bottiglie o pacchi 'da riempire', ma luci da accendere,,

sono bottiglie o pacchi 'da riempire', ma luci da accendere. Questa è la prima consapevolezza che conduce subito ad una sintonia con il mondo giovanile, a non farli sentire delle realtà da indottrinare, ma talenti che possono donare molto all'umanità. L'altro passo è quello di avvicinarli per attrazione e non per proselitismo: la forma attrattiva ti porta a chiederti "come sto vivendo? Qual'è il tipo di esemplarità dei miei gesti"? Nel proselitismo, invece, si sentono strumentalizzati. Li puoi affascinare per un momento, ma poi ti abbandonano e abbandonano i progetti. Infine, un terzo passo da compiere è lasciarsi arricchire. Papa Francesco ci ricorda che ha imparato molto dai poveri: io vorrei aggiungere che imparo dai poveri, ma anche dai giovani che richiamano uno dei grandi principi dell'educazione e della formazione e cioè la capacità di educare, che

viene dal latino “educere”, tirar fuori i talenti, i carismi, le caratteristiche per condividerli con gli altri.

Da che cosa nasce questa sua passione per la divulgazione rivolta al mondo dei giovani?

Il biografi di San Francesco affermano che lui dicesse: “fate in modo che le vostre parole possano arrivare al cuore dei giovani”. E’ proprio dal suo stile che nasce questa passione che mi porta a vedere nei giovani non solo il nostro futuro, ma anche il futuro dell’umanità. Quando Papa Francesco ha scelto di convocare gli under 35 ad Assisi è perchè ha compreso e ci fa comprendere che i giovani hanno il sogno che può cambiare realmente il mondo, dalle forme di iniquità all’equità, dalle forme di ingiustizia tra Nord e Sud alla giustizia tra i popoli.

“Vedo nei giovani il nostro futuro e il futuro dell’umanità,,

Un recente sondaggio dell’Unicef rivela che la maggior parte dei ragazzi tra i 15 e i 19 anni è convinta che sia possibile fare ancora qualche cosa di importante per garantire un futuro più ecosostenibile al pianeta e ai suoi abitanti. Di che risposte e di quali proposte hanno bisogno?

Una citazione del filosofo Miguel Benasayag parla della differenza fra “funzionare o esistere”. In questa prospettiva credo ci sia la chiave di volta di ciò che i giovani desiderano: uscire dalla ‘tirannia della valutazione’ che porta ad una commercializzazione di tutto e, quindi, anche delle persone, dove ogni individuo diventa un bilancio di competenze utili ad accompagnare la macchina del funzionamento. E’ una perenne fonte di tristezza constatare che in questa logica l’unica possibilità di essere per l’uomo è di fissarsi in una identità rigida come la pietra, facendo in modo che la vita assomigli sempre più a un curriculum vitae, ad un percorso nel quale in ogni situazione si cercherà di evitare punti strategici e si desidera essere valutati per evitare la ‘capacità di esistere’. Dalla culla alla bara, si rende l’altro una macchina performante, si rendono tutti degli impiegati, degli operai, anche il dirigente a sua volta diventa un impiegato. Ecco perchè ci poniamo la grande domanda “che cosa vogliamo fare della vita? Una macchina che funziona o un’esistenza che brilla?” La macchina che funziona porta tutto e tutti

alla logica del “quando è guasto si getta, quando si rompe si elimina, quando non funziona si scarta”.

E invece?

Invece le persone che desiderano esistere sono quelle che agiscono con la logica del “riparare”. Se vogliamo che l’altro esista, questa logica ci mette nella duplice condizione che chi ripara per far esistere, esprime e mette in atto le sue capacità e i suoi talenti; inoltre non ci si sente oggetti ma protagonisti perchè si possono recuperare relazioni, oggetti e si vive un’esistenza inclusiva. Questo porta anche alla logica del rispetto per l’ambiente, di un’economia che non arricchisce pochi ma molti, se non tutti. Questo modo di pensare ha poi ricadute nei tre grandi ambiti della vita: ambiente, società e rapporto con la religione.

“I giovani hanno un ruolo decisivo e di grande responsabilità, perchè con le loro scelte stanno mettendo in crisi il sistema produttivo e la logica dell’usa e getta,,

Nel 2015 nasce “Friday For Future” il movimento ambientalista internazionale di protesta di alunni e studenti che decidono di non frequentare le lezioni scolastiche per partecipare a manifestazioni in cui rivendicano azioni per contrastare il cambiamento climatico. Quali sono a suo giudizio le sfide e le opportunità che i giovani si trovano davanti oggi?

In questo momento i giovani hanno un ruolo decisivo e di grande responsabilità, perchè con le loro scelte stanno mettendo in crisi il sistema produttivo e la logica dell’usa e getta: i principali istituti di ricerca ci dicono che i ragazzi cercano prodotti e luoghi ecosostenibili; quindi la loro responsabilità è di fare sì che questo non sia un momento di breve durata, ma un passo lento di cambiamento di costume e modo di pensare che porterà di fatto i figli dei nostri figli ad una mentalità culturale e pervasiva, trovandosi immersi in un nuovo orizzonte. Un po’ come è

accaduto alla fine degli anni '90 per il fumo: oggi una persona che fuma in un luogo pubblico è vista come un estraneo alla mentalità comune e anche sgradevole; in questo sono ottimista perchè la stessa scena la immagino tra trenta-quaranta anni.

Papa Francesco è un riferimento per le nuove generazioni?

Ci troviamo in un processo irreversibile e di questo dobbiamo ringraziare lo sforzo titanico di Papa Francesco attraverso l'Enciclica "Laudato Si'" che è diventata un vero documento programmatico. Non potrò mai dimenticare l'affermazione -che fece molto riflettere- quando a Davos lo scorso anno si discuteva dell'ambiente e ad Assisi programmammo la stesura e la consegna del Manifesto di Assisi. A un giornalista che chiedeva come mai non fossero al World Economic Forum, il Presidente della Conferenza Episcopale italiana Gualtiero Bassetti e il Presidente del Consiglio Giuseppe Conte hanno risposto "qui ad Assisi, il laboratorio dell'ambiente è nato nel 1200, quando Davos non esisteva, con il Cantico delle Creature custodito nel Sacro Convento, il Codice 338 del 1226".

“Qui ad Assisi, il laboratorio dell'ambiente è nato nel 1200, con il Cantico delle Creature custodito nel Sacro Convento,,

Come favorire una corretta informazione scientifica a fronte del crescente rischio di fake news e disinformazione?

Ricordo l'appello di Papa Benedetto al mondo dell'informazione di non inquinare l'aria che respiriamo, rendendo cupi i nostri orizzonti e lentamente depressiva la nostra vita. Alla Carta di Assisi è legato un vero e proprio manifesto etico del giornalismo che ha avuto l'obiettivo di far crescere le relazioni dei giornalisti con i 'soggetti utenti'. Sull'esempio di Francesco d'Assisi abbiamo bisogno di un'informazione che "consumi le suole delle scarpe", verifichi i fatti e non viva di notizie-fotocopia. Solo così possiamo debellare le fake news, sia per chi legge le notizie sia per chi è chiamato a verificarle. La Carta di Assisi ci invita, con il primo

punto di un decalogo, a scrivere degli altri quello che vorremmo fosse scritto di noi e che ogni parola è come una pietra e la vogliamo usare per costruire ponti.

“Sull'esempio di Francesco d'Assisi abbiamo bisogno di un'informazione che “consumi le suole delle scarpe,,

Di recente il Ministro dell'Istruzione Patrizio Bianchi ha presentato “RiGenerazione Scuola”, un piano per la transizione ecologica e culturale delle scuole nell'ambito dell'Agenda 2030, fondato su quattro pilastri: la rigenerazione dei saperi, delle infrastrutture, dei comportamenti e delle opportunità. Che cosa ne pensa?

Ci troviamo di fronte a un piano che mira a rigenerare la funzione educativa per ri-costruire e costruire un legame tra le diverse generazioni. Viviamo nell'epoca della complessità e proprio per questo è necessario fornire all'interno delle scuole e dei programmi, maggiore spessore, di esperienze cariche di senso e significato di emozione e di contenuti capaci di sorprendere e stupire.

Oggi siamo chiamati a suscitare stupore, meraviglia, perchè dobbiamo rimettere al centro i generatori di esperienze, ricordi, sogni, attenzioni, passioni e sfide, insomma veri induttori di crescita. Penso anche al riconnetterci con la natura e i territori, che vuol dire andare sul campo per vedere, toccare e sentire il mondo che ci circonda. Si tratta di valorizzare tutto ciò che è dormiente, si pensi alle risorse umane, del territorio, delle tradizioni, della storia, dell'arte, delle culture. Credo che sia questa la strada giusta.

“La Carta di Assisi ci invita a scrivere degli altri quello che vorremmo fosse scritto di noi e che ogni parola è come una pietra e la vogliamo usare per costruire ponti,,

Cambiamenti climatici, incertezza sul futuro, disoccupazione ed abbandono scolastico: secondo l'Istat sono i giovani ad aver pagato il prezzo più alto di questa pandemia dal punto di vista sociale, culturale ed economico. Che cosa si può fare?

È vero che i giovani hanno pagato il prezzo più alto di uno sviluppo non sostenibile. Il periodo della pandemia ha reso visibile l'invisibile e ha colpito un sistema economico perverso: oggi si parla molto di sviluppo sostenibile ma nessuno sa quando questi due termini sono nati. Allora è bene andare insieme alla fine del '700 in Germania quando Hans Carlowitz, considerato il padre della forestazione sostenibile, allora responsabile dell'approvvigionamento minerario, si pose la domanda: " quanti alberi devo tagliare per far fronte alle necessità delle miniere senza mettere a rischio la crescita della foresta?" Credo dobbiamo farci questa domanda e declinarla in diversi settori e, anche quando parliamo di sviluppo, dobbiamo capire cosa si intende per accrescere: la natura cresce, la conoscenza cresce, l'uomo

invece si sviluppa, cioè ha la capacità di tagliare quei viluppi che non permettono la crescita. Ecco, questo è lo sviluppo sostenibile, questa è la risposta al cambiamento climatico, la risposta al futuro, alla disoccupazione. Vorrei proporre il modello francescano che riguarda tre grandi settori che il Cardinal Bergoglio ha spiegato nella scelta del nome, dopo la sua elezione il 13 marzo 2013, quando disse: "ho scelto il nome di Francesco perchè è l'uomo della pace, della solidarietà, l'uomo che ama e custodisce il Creato".

“La natura cresce, la conoscenza cresce, l'uomo invece si sviluppa, cioè ha la capacità di tagliare quei viluppi che ostacolano la crescita. Questo è lo sviluppo sostenibile,,



Ai giovani dobbiamo dire le cose come stanno, indicare vie d'uscita e soluzioni

I problemi del clima si espliciteranno in maniera intensa e drammatica nei prossimi decenni, quando i ragazzi di oggi saranno adulti. Per questo, la missione di scienziati e divulgatori è dire loro come stanno le cose, informandoli sulla gravità e i rischi della situazione ambientale, indicando vie d'uscita e soluzioni. E i giovani devono far sentire la loro voce e far capire al mondo produttivo e ai decisori che non vogliono subire le conseguenze sul loro futuro di ciò che facciamo oggi. Il loro apporto è fondamentale come forza propulsiva nella società e nella politica.

DOI 10.12910/EAI2021-043



Intervista con Luca Mercalli, *climatologo e divulgatore scientifico*

Luca Mercalli, climatologo, scrittore, divulgatore e docente, ha fondato la rivista di meteorologia Nimbus ed è presidente della Società Meteorologica Italiana, consigliere scientifico di ISPRA, collaboratore di diverse trasmissioni RAI ed editorialista del Fatto Quotidiano. Da trent'anni gli piace fare 'lezioni' di ambiente nelle scuole e nel 2018, l'anno in cui Greta accusava i grandi del Pianeta riuniti al summit delle Nazioni Unite sul clima di 'rubare il futuro davanti agli occhi dei propri figli', ha scritto 'Uffa che caldo! Come sarà il clima del futuro? E come possiamo limitare i danni?', un libro dedicato a lettori "da 8 anni in su". Da che cosa è nata questa idea di spiegare ai ragazzi una tematica complessa come il cambiamento climatico?

Ho sempre insegnato a qualsiasi livello, dalle primarie fino ai "post-doc", per questo ho pensato che scrivere un libro per spiegare i problemi del clima ai più giovani fosse fondamentale, perchè sono proprio i ragazzi di oggi a subire i danni maggiori dei guasti ambientali che stiamo causando. I problemi del clima sono in una fase iniziale, ma si espliciteranno in maniera intensa e drammatica nei prossimi decenni quando questi bambini

saranno adulti. La sfida è stata di raccontare i rischi, le soluzioni per ridurli e consegnare loro un pianeta sostenibile ma anche trasformare concetti difficili in figure che fossero rigorosamente scientifiche e nello stesso tempo comprensibili.

Perché un libro illustrato?

Perchè con i disegni è molto più facile trasmettere concetti un po' complicati. Tanti, però, mi dicono che lo leggono anche i genitori tenuto conto che sono tematiche difficili per tutti, anche per le persone che fanno altri mestieri e non riescono ad entrare nel merito nei problemi del cambiamento climatico. Spesso per un adulto leggere un libro per bambini con le figure è un modo per capire in poco tempo i principi-base.

“Sono proprio i ragazzi di oggi a subire i danni maggiori dei guasti ambientali che stiamo causando,,



© UNITED NATIONS PHOTO

Al di là dei libri, quali sono i passi da compiere per avvicinare i giovani alla sostenibilità?

Il primo passo è dire le cose come stanno, e questa è la missione degli scienziati. Lo scienziato coerente cerca di spiegare la realtà, certamente insieme alle sue incertezze, ma senza edulcorare la pillola... Agli studenti non ho mai detto cose diverse dalla realtà solo per spaventarli. Ho ritenuto che fosse anche giusto non spaventarli, ma senza fare l'errore di non dare vie d'uscita, di dire che non c'è rimedio. Sarebbe assurdo, perché bloccherebbe ogni tentativo di cambiare le cose. Per questo il 50% della mia didattica è descrivere una situazione ambientale grave e con molti rischi, ma l'altro 50% è dire che cosa possiamo fare e proporre soluzioni: dalle fonti rinnovabili all'efficienza energetica, alle nuove tecnologie per avere una buona qualità della vita, ma a basso impatto ambientale.

E quali sono gli errori da evitare?

I ragazzi sono bravissimi a verificare se le cose ven-

gono fatte tanto per dire o se ci si crede. Per questo un ingrediente fondamentale è la credibilità, cioè raccontare le soluzioni, spiegare come le hai trovate e come le stai mettendo in pratica. Anche tu in prima persona. Per esempio ai miei studenti ho raccontato come ho installato i pannelli solari a casa mia e come funzionano, la mia guida di un'auto elettrica e perché ho scelto di non usare più l'aereo per spostarmi.

Altri aspetti importanti?

Un altro aspetto importante è l'interdisciplinarietà, è far capire che questi sono i temi fondamentali della coscienza di ogni cittadino di domani, e cioè che il rapporto tra uomo e ambiente passa attraverso la fisica, la chimica, ma anche attraverso i saperi umanistici, la storia, la letteratura, la psicologia, la filosofia. Tutto può essere integrato nella visione sostenibile del futuro e questo ai giovani piace moltissimo perché improvvisamente vedono il collegamento con le singole materie che studiano a scuola.

“Abbiamo poco tempo, ma ci stiamo perdendo in chiacchiere e indugi,,

Un recente sondaggio dell'Unicef rivela che la maggior parte dei ragazzi tra i 15 e i 19 anni è convinta che sia possibile fare ancora qualche cosa di importante per garantire un futuro più ecosostenibile al pianeta e ai suoi abitanti. Di che risposte e di quali proposte hanno bisogno?

Siamo convinti di poter ancora fare qualcosa; il problema è che abbiamo poco tempo, ci stiamo perdendo in chiacchiere e indugi e rischiamo in pochi anni di perdere la finestra nella quale è ancora possibile spostarci da una traiettoria catastrofica a quella gestibile per il loro futuro. E' un problema globale di 195 Stati e di 8 miliardi di persone nel mondo, dove l'apporto dei giovani è fondamentale come forza propulsiva nella società e nella politica. Abbiamo bisogno di giovani che facciano sentire la loro voce per far capire al mondo produttivo e ai decisori che non vogliono subire le conseguenze sulla loro vita futura di ciò che noi facciamo oggi.

Quindi che cosa fare?

Quindi il suggerimento è “avanti così”, ma aumentando il loro peso, facendo sentire la loro voce alla politica. Altrimenti tra pochi anni arriveremo alla traiettoria dell'irreversibilità e non riusciremo più a mitigare i danni o a ridurli come ancora oggi possiamo fare. Purtroppo sono cose che dicevamo anche trent'anni fa. Tuttavia penso ci sia ancora la possibilità di cambiarle, a condizione che ci sia una svolta; in Europa sento annunci incoraggianti, ma vedo anche tante difficoltà e tante contraddizioni nel trasformarli in fatti reali. Speriamo che i giovani tirino un po' su il livello del dibattito politico pretendendo oggi queste scelte per il futuro.

Lei è stato 'ambasciatore' di Friday For Future, il movimento giovanile che ha ispirato migliaia di giovani italiani e ha dato una scossa per cambiare le politiche ambientali. Quali sono a suo giudizio le sfide e le opportunità che i giovani si trovano davanti oggi e quanto ha inciso la pandemia sul movimento? Friday For Future rappresenta l'evoluzione più vistosa

della presa di coscienza dei giovani. Quindi li ho sempre appoggiati, a partire da Greta Thunberg ai movimenti che si sono diffusi negli altri Paesi, compresa l'Italia. Sono passati un paio d'anni e non si può dire che i leader politici abbiano però colto il messaggio, temo che lo abbiano solo metabolizzato nel sistema attuale, senza effettuare i cambiamenti necessari. Tutto continua a essere come prima. Il movimento studentesco si è così affiancato agli altri movimenti ma non ha prodotto ancora nessuna svolta concreta. Credo che sia necessaria una carica di fantasia e creatività giovanile per trovare i modi per essere più incisivi.

Che cosa si può fare per favorire una corretta informazione scientifica a fronte del crescente rischio di fake news e disinformazione? E che ruolo può avere in questo contesto il mondo della scienza e della ricerca?

Qui si può fare tantissimo, abbiamo tutto sottomano, è solo questione di volontà da parte della società e degli editori di mettere i temi ambientali e climatici al centro. Ma questo non lo si fa per motivi di audience, perchè alcune volte si ritiene che i temi ambientali siano pedanti e riservati a un pubblico di nicchia. La responsabilità dell'informazione pubblica è in prima linea: più un argomento è scomodo e meno viene trattato anche alla TV pubblica. E invece bisognerebbe fare lo sforzo di allargarli a tutta la popolazione, anche a quella fascia di persone che non hanno mai dimostrato particolare interesse.

Stiamo parlando di tematiche all'avanguardia ma com-

“Se in TV si parlasse di più di ambiente creeremmo una cultura diffusa e un cambiamento nei comportamenti. E invece purtroppo tutto è lasciato all'improvvisazione,,

plesse che bisogna spiegare passo per passo e che richiedono tempo per essere assimilate. È su questo che bisogna incidere con l'informazione e nelle TV, evitando gli slogan semplicistici, e puntando su trasmissioni e articoli di approfondimento. Se in TV si parlasse di più

di questi temi creeremmo una cultura diffusa e un cambiamento nei comportamenti. E invece purtroppo tutto è lasciato all'improvvisazione.

Di recente il Ministro dell'Istruzione Patrizio Bianchi ha presentato "RiGenerazione Scuola", un Piano per la transizione ecologica e culturale delle scuole nell'ambito dell'Agenda 2030, fondato su quattro pilastri: la rigenerazione dei saperi, delle infrastrutture, dei comportamenti e delle opportunità. Che cosa ne pensa?

Si tratta di parole che vanno tradotte nella pratica: rigenerare i saperi vuol dire mettere la sostenibilità dentro la conoscenza, dentro i programmi scolastici. Rigenerare le infrastrutture vuol dire, mettere i pannelli fotovoltaici sul tetto. Per quanto riguarda i comportamenti penso che, ad esempio, nelle scuole bisogna iniziare a fare la raccolta differenziata dei rifiuti e per le infrastrutture penso all'efficienza e alla sicurezza che invece molto spesso sono carenti. Per arrivare al cuore dei problemi, dobbiamo tradurre le parole in azioni, che poi sono i gesti quotidiani.

Incertezza sul futuro, disoccupazione ed abbandono scolastico: secondo l'ISTAT sono i giovani ad aver pagato il prezzo più alto della pandemia dal punto di vista sociale, culturale ed economico. Che cosa si può fare?

Ogni catastrofe può avere i suoi lati positivi. Ad esempio, i giovani hanno capito che il mondo non è tutto lì a disposizione dell'uomo, ma che vi sono leggi fisiche, chimiche e

biologiche più forti di noi che governano la vita e che dobbiamo rispettare. Ed anche la didattica a distanza, da tanti vituperata, ha avuto aspetti positivi, riducendo i consumi di energia per i viaggi e consentendoci tanta libertà in più, di essere in presenza solo quando necessario.

E' una svolta dalla quale non torneremo indietro. Io stesso con il telelavoro ho potuto fare molte lezioni in più e raggiungere anche 3-4 mila studenti in una sola lezione, un'opportunità che prima non sarebbe stata possibile.

“L'interesse del mondo della scuola e degli studenti per l'ambiente è altissimo,,

Quindi ai ragazzi le tematiche ambientali interessano molto?

Sì, l'interesse del mondo della scuola e dagli studenti è altissimo. Attualmente però tutto questo è mediato da scelte non istituzionali, dalla buona volontà dei professori, dai giovani durante le assemblee d'istituto, dai divulgatori. Durante la DAD ho potuto fare lezione in luoghi che avrei raggiunto con maggiore difficoltà e solo dopo un lungo viaggio, e ho scoperto tanto interesse, tante domande e interazioni che mi hanno sorpreso, scuole e studenti straordinari che hanno tanta voglia di sapere come possono fare a scegliere un futuro che non sia ostile alla loro vita.

Ragazzi, non abbiate timore di essere controcorrente

Ai ragazzi va insegnato ad avere fiducia in sé stessi, a valorizzare la loro personalità e il rapporto con gli altri, ad amare il mondo e l'esistenza. Se quando si è giovani si riescono a capire a fondo le problematiche dell'ambiente, se si ha una grande sensibilità in questo senso, bisogna poi mantenerla. Cosa che spesso non avviene. Anzi, a volte per convenzionalità, per uniformarsi agli altri, si chiudono gli occhi, si abbassa la testa. E questo non va bene, non bisogna avere paura di essere controcorrente.

DOI 10.12910/EAI2021-044



Intervista con Giorgio Pacifici, *giornalista professionista RAI*

Giornalista professionista, autore, documentarista, caposervizio del TG2 RAI, Giorgio Pacifici ha una conoscenza approfondita dei temi della scienza, della ricerca, dell'innovazione, dell'ambiente e clima sui quali si è specializzato. In oltre venti anni di televisione pubblica ha realizzato servizi, documentari e reportage da tutto il mondo, con riconoscimenti a livello nazionale e internazionale. L'attenzione ai giovani è nel suo DNA, da quando negli anni '80 è stato Direttore dei periodici Il Monello e Cioè e autore di BigNews, notiziario per ragazzi che nel 1989 ha anche vinto un Telegatto. Per questo abbiamo scelto di intervistarlo e di chiedergli da che cosa nasce questa passione per la divulgazione al target 'giovani' che spesso richiede canali di comunicazione e lo sforzo di linguaggi ad hoc?

Nasce da un'esperienza personale. Sono cresciuto a metà degli anni '70, in un quartiere adiacente alla stazione Termini, fra il centro storico di Roma e situazioni di degrado. Non c'era molto per noi adolescenti e quel che c'era, era spesso connotato da conflitti o da poca cura. Questo mi ha spinto ulteriormente a sentire emotivamente in maniera molto forte sogni e bisogni dell'età

giovane. Avrei voluto cambiare io il mondo per renderlo più abitabile, per me e per i miei amici e, crescendo, mi sono affacciato alle riviste dedicate ai giovani, con successo. Ho scritto il primo articolo a 17 anni e mezzo per una rivista musical e poi ho continuato sull'onda del boom dei periodici per giovani degli anni '80, del quale sono diventato uno dei protagonisti, con la direzione di best seller come il settimanale "Cioè" e "Il Monello", a Roma e Milano. Da lì, sono diventato autore per RAI1 di programmi per ragazzi. Crescendo, mi sono dedicato a tematiche più appropriate all'età, quali la ricerca, il futuro e la scienza.

Nell'ambito dell'esperienza di giornalista e divulgatore quali sono i passi da compiere per avvicinare i giovani alla sostenibilità e quali gli errori da evitare?

Io direi di conservare sempre e comunque l'umiltà e la voglia di imparare, sempre. Poi, in ogni caso partire da obiettivi raggiungibili e farsi una scaletta delle cose da fare. E poi, è importante agire con semplicità e avere sempre come riferimento le regole di base del giornalismo, "chi, come, che cosa, dove e quando", da ricercare per ogni situazione. E non tralasciare nessuna

strada per raggiungere le persone da intervistare. Non servono gli amici degli amici. Come nel film “Sei gradi di separazione”, con sei contatti giusti puoi giungere a chiunque sul pianeta terra; basta ragionare e partire dal primo contatto.

“Bisogna avere una coscienza ecologista per il bene di tutti, sempre,,

Un recente sondaggio dell'Unicef rivela che la maggior parte dei ragazzi tra i 15 e i 19 anni è convinta che sia possibile fare ancora qualche cosa di importante per garantire un futuro più

ecosostenibile al pianeta e ai suoi abitanti. Di che risposte e di quali proposte hanno bisogno?

Tutto può cambiare, ma il cambiamento deve passare per l'individuo. Bisogna seguire sempre un'etica assoluta che tuteli se stessi, ma anche tutti gli altri, con norme chiare e regole semplici. Il segreto è non derogare sulle cose da fare, in casa propria e fuori: all'ecosostenibilità non si può applicare la tolleranza. Non si può difendere il pianeta e allo stesso tempo usare sempre la plastica. Così come bisogna ridurre tutto ciò che è nocivo. Bisogna, insomma, avere una coscienza ecologista per il bene di tutti, sempre.

Nel 2015 iniziano le prime proteste di alunni e studenti che decidono di non frequentare le le-



zioni scolastiche per chiedere azioni contro il cambiamento climatico; successivamente, nel 2018, nasce Friday For Future, vero e proprio movimento ambientalista internazionale delle nuove generazioni. Quali sono le sfide e le opportunità che i giovani si trovano davanti oggi?

La sfida primaria è non cambiare quando si cresce: se quando si è giovani, si riesce a capire a fondo le problematiche legate all'ambiente, se si ha una grande sensibilità in questo senso, bisogna poi mantenerla per sempre. Cosa che spesso non avviene. Anzi, a volte per convenzionalità, per uniformarsi agli altri, si chiudono gli occhi, si abbassa la testa. E questo non va bene.

La prima cosa è, quindi, non avere timore di essere controcorrente: fare la raccolta differenziata anche se sei l'unico a farla, creare gruppi di amici e amiche pronti a fare qualcosa di concreto, anche agire facendo pulizia di spiagge o cose del genere. Scrivere, vedere, leggere, denunciare.

“La prima sfida per i giovani è non cambiare quando si cresce,,

Che cosa si può fare per favorire una corretta informazione scientifica a fronte del crescente rischio di fake news e disinformazione? E che ruolo possono avere scienza e ricerca in questo contesto?

Io direi di partire dall'inizio di tutto: studiare le vite e le opere dei grandi scienziati e ricercatori da Galileo in poi, acquisire il metodo scientifico quasi come una proprietà individuale naturale, usare la logica come un grande strumento della mente, ma al tempo stesso non esserne schiavi e sviluppare anche l'intuito, straordinaria forza a nostra disposizione. Le biografie dei grandi ci insegnano che nelle scoperte c'è sempre un misto di studio, di progetto ma anche di caso. Darwin per creare la sua teoria andava a camminare in un bosco pieno di sentieri, a ogni sentiero dava un nome e lo collegava a un'idea. Ognuno ha il proprio metodo e poi, fondamentale, è l'approccio alle fonti: quando si vede una notizia, chiedersi da dove proviene, trovare e reperire la fonte, vagliarla, confrontarla.

Di recente il Ministro dell'Istruzione Patrizio Bianchi ha presentato “RiGenerazione Scuola”, un Piano per la transizione ecologica e culturale delle

scuole nell'ambito dell'Agenda 2030, fondato su quattro pilastri: la rigenerazione dei saperi, delle infrastrutture, dei comportamenti e delle opportunità. Che cosa ne pensa?

Penso che vada sostenuto ogni sforzo di aggiornare la scuola all'attualità di una società in transizione, da qualsiasi parte provenga. Non conosco a fondo il piano, mi impegnerò ad approfondirlo, ma mi sembra una buona idea di partenza. Il fatto di agganciarla all'Agenda 2030 lo rende molto interessante ma a questo va seguito anche un progetto - che forse in esso è già contenuto, non so - per portare gli studenti fuori dalle aule, a conoscere l'habitat naturale, a vivere e convivere con esso. Viviamo

“Ai ragazzi va insegnato ad avere fiducia in sé stessi, a valorizzare la loro personalità e il rapporto con gli altri, ad amare il mondo e l'esistenza ,,

spesso troppo di concetti e non entriamo nei fatti e questo riguarda anche il nostro rapporto con la natura.

Cambiamenti climatici, incertezza sul futuro, disoccupazione ed abbandono scolastico: secondo l'Istat sono i giovani ad aver pagato il prezzo più alto di questa pandemia dal punto di vista sociale, culturale ed economico. Che cosa si può fare?

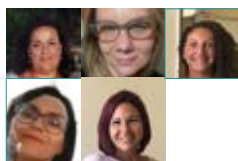
Bisogna ripartire dalla grande considerazione individuale di ogni studente, di ogni giovane. Ogni persona è un mondo da esplorare e da tenere sempre in considerazione. E, come si dice, ognuno di noi, però, non è un'isola o se lo è fa parte di un gigantesco arcipelago. Tutto è in connessione e l'avvento del digitale ce lo ha dimostrato ancora di più.

Ai ragazzi va insegnato ad avere fiducia in sé stessi, a valorizzare la loro personalità e il rapporto con gli altri, ad amare il mondo e l'esistenza. Nella scuola, per quanto ne so, c'è ancora troppo nozionismo, troppe informazioni non sempre necessarie e poca attenzione alle persone. Ma tutto può sempre migliorare. Basta volerlo.

La parola alle Insegnanti

In questo numero speciale della Rivista EAI dedicato alle scuole e ai giovani, abbiamo voluto anche dare “voce ai protagonisti”, ovvero al personale docente, ‘in prima linea’ rispetto alle tematiche del clima e dell’ambiente. Abbiamo quindi intervistato tre insegnanti delle elementari, medie e superiori, accomunati dalla partecipazione ad attività ed eventi ENEA sulla sostenibilità e l’economia circolare e dall’interesse e dall’impegno a inserire queste tematiche nei percorsi formativi. Le domande riguardano il tipo di coinvolgimento di bambini e ragazzi, la percezione delle tematiche, le reazioni e, infine, la consapevolezza rispetto alle opportunità formative e professionali emergenti. Le risposte evidenziano che il percorso da intraprendere deve includere l’(in)formazione alle nuove generazioni e la sensibilizzazione fin da subito dei futuri cittadini quale azione più efficace e concreta per avviare il cambiamento verso nuovi e più sostenibili modelli economici.

DOI 10.12910/EAI2021-045



Interviste a cura di Grazia Barberio, *Responsabile Sezione di Supporto al coordinamento delle attività sull’economia circolare* e Rocco Pentassuglia, *Sezione di Supporto al coordinamento delle attività sull’economia circolare*

Anna Filiberta Chirulli docente presso la scuola primaria Don Bosco, Grottaglie (TA).

La vostra scuola ha partecipato ad eventi divulgativi ENEA su sostenibilità ed economia circolare ma già da qualche anno organizza percorsi didattici ambientali per i suoi giovanissimi studenti del ciclo primario. Qual è l’approccio dei bambini e quanto si sentono coinvolti nelle tematiche ambientali e, più in generale, negli argomenti propri dell’Agenda 2030?

"Maestra, se non si dovessero raggiungere tutti gli obiettivi dell’Agenda 2030, cosa potrebbe succedere al pianeta?" Quando con aria triste e preoccupata un mio alunno di quarta primaria mi ha posto questa domanda, ho pensato che il lavoro che stiamo facendo sta dando i frutti sperati: si trattava di una riflessione seria e attenta, proiettata verso un futuro non tanto lontano e basata sulla consapevolezza che tanto ancora deve essere fatto.

In questi anni ho visto crescere, da parte di questi piccoli cittadini, lo sforzo di adottare comportamenti vir-

tuosi orientati al rispetto per il nostro pianeta. Tutto questo è nato anche a seguito delle iniziative di divulgazione promosse da ENEA presso le scuole in occasione della “Notte Europea dei Ricercatori”. Mi riferisco, in particolare, all’esperienza fatta nell’anno scolastico 2018-19 in una classe seconda dell’IC Don Bosco, in cui insegno; in accordo con il gruppo Retake di Grottaglie, la ScuolAttiva Onlus e con i dipendenti dello stabilimento produttivo locale della Boeing, abbiamo promosso alcune esperienze di cittadinanza attiva attraverso semplici azioni, come ad esempio la cura del giardino della scuola con gli School Cleaning Days che

“Negli anni ho visto crescere lo sforzo di adottare comportamenti virtuosi e di rispetto per il nostro pianeta in questi piccoli cittadini,,



Scuola primaria Don Bosco



hanno dato agli alunni la spinta giusta per interessarsi sempre più alle tematiche ambientali. Un primo risultato è stato quello di sostituire, sin da subito, le bottigliette di plastica con le borracce d'alluminio.

Inoltre, il bisogno di "aiutare la Terra", ha portato i bambini a voler giustamente coinvolgere anche le famiglie e l'amministrazione comunale che, attraverso l'adozione del Regolamento dei beni comuni, ha permesso di prendersi cura di alcune fioriere nel centro abitato. Quando quest'anno abbiamo cominciato ad approfondire l'Agenda 2030, è stato per loro come ricomporre un puzzle in quanto, in molti dei 17 obiettivi, hanno riconosciuto che diverse delle attività svolte negli anni precedenti non erano altro che un modo per contribuire al raggiungimento degli stessi. Il motto "nessuno escluso" lo hanno vissuto e interpretato anche come il loro modo di non sottrarsi a tutte quelle buone pratiche che stanno imparando ad adottare sempre più consapevolmente. È stato così possibile che:

- quando si è parlato di risorse, hanno compreso che prima di buttare il telefonino rotto varrebbe la pena di provare a ripararlo;
- quando abbiamo scritto insieme il decalogo dell'acqua, stavamo già concorrendo ad evitare lo spreco di una risorsa indispensabile per l'umanità;
- quando partecipavamo alle gare di riciclo della carta, stavamo favorendo la diminuzione dell'accumulo dei rifiuti sul pianeta;
- quando organizzavamo i laboratori di riciclo creativo, stavamo già mettendo le basi per semplici esempi di economia circolare.

Quindi, al mio alunno che chiedeva cosa accadrebbe se non raggiungessimo gli obiettivi dell'Agenda 2030,

ho risposto con la frase di Hemingway, "La Terra è un bel posto e per essa vale la pena di lottare". E poi ho aggiunto "il vostro impegno produrrà sicuramente dei cambiamenti".

Paola Falleni e Ludovica Iachettini, docenti presso la scuola secondaria di primo grado San Giovanni Bosco, Roma.

Il vostro istituto ha partecipato agli eventi ENEA legati alla Notte Europea dei Ricercatori e, in seguito, avete avviato percorsi didattici sui temi della sostenibilità e dell'economia circolare. Qual è stata la vostra esperienza di insegnanti in questi percorsi e quali sono state le reazioni dei ragazzi verso questi argomenti?

La scuola secondaria di primo grado San Giovanni Bosco, per l'anno scolastico 2020-21, si è impegnata a far intraprendere ai propri studenti un percorso di riflessione su diverse tematiche di educazione civica con l'obiettivo di formare cittadini responsabili e attivi che partecipino pienamente e con consapevolezza alla vita civica, culturale e sociale della loro comunità. Partendo dal programma proposto dall'ONU tramite l'Agenda 2030, la sostenibilità ambientale è così entrata negli obiettivi di apprendimento.

I ragazzi hanno risposto con entusiasmo alle attività, anche pluridisciplinari, proposte, mostrando di aver acquisito una notevole sensibilità riguardo alla questione ecologica e alle sue ricadute. Con la partecipazione ad incontri di sensibilizzazione ambientale, come quello di ENEA, e attraverso attività svolte in classe, gli alunni hanno capito quanto siano importanti anche piccoli gesti quotidiani per tutelare il nostro pianeta e il loro stesso futuro.

“Gli alunni hanno capito quanto siano importanti anche piccoli gesti quotidiani per tutelare il nostro pianeta e il loro stesso futuro,,

Caterina Mautone e Francesca Quatraro, docenti presso la scuola secondaria di secondo grado IISS Pietro Sette, Santeramo in Colle (BA).

Considerando che la transizione economica da un sistema lineare ad uno circolare implica anche un rinnovamento del mondo del lavoro, la vostra scuola come affronta l'argomento sostenibilità nei programmi formativi e quali esigenze percepiscono i ragazzi anche in vista di quello che potrà essere il mondo del lavoro in un prossimo futuro?

Economia circolare e sostenibilità: un binomio indissolubile in campo produttivo così come nella vita quotidiana per imparare a non sprecare ma soprattutto a rispettare, conservare e salvaguardare l'ambiente e il territorio in cui viviamo. Le risorse naturali, come bene comune e come diritto universale, sono un valore fondamentale da trasmettere ai giovani che devono imparare a rispettare l'ambiente in cui vivono per lasciarlo intatto ai posteri. Non sempre, infatti, i ragazzi hanno la percezione dei giusti comportamenti da adottare per la salvaguardia del nostro pianeta.

Riteniamo, dunque, che i temi della sostenibilità, dell'economia circolare, ma soprattutto della transizione da una economia tradizionale ad un'economia circolare,



Scuola secondaria di secondo grado IISS Pietro Sette



Scuola secondaria di primo grado San Giovanni Bosco

siano argomenti fondamentali da proporre alle nuove generazioni che avranno la responsabilità del futuro del pianeta. Queste tematiche sono state affrontate nell'anno scolastico 2020-21 nelle classi quarte e quinte del nostro istituto, I.I.S.S. "Pietro Sette" in educazione civica e nei progetti per i Percorsi per le Competenze Trasversali e per l'Orientamento (PCTO).

Ci siamo avvalsi della collaborazione di ENEA, in particolare dei ricercatori del Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali - Sezione di Supporto al coordinamento delle attività sull'Economia Circolare - che attraverso il seminario "L'economia circolare per la sostenibilità: esempi, buone pratiche e prospettive", sono riusciti a coinvolgere e stimolare i nostri studenti a sviluppare la stessa tematica anche in altre discipline, data la trasversalità dell'argomento.

“Sostenibilità e transizione dall'economia tradizionale all'economia circolare, sono temi fondamentali da proporre alle nuove generazioni,,

Il seminario è stato molto apprezzato dai nostri alunni e anche dai docenti che vi hanno partecipato. Gaia ci dice: "Durante il mio percorso scolastico ho affrontato l'argomento della sostenibilità in diverse discipline grazie al corso di educazione civica dove abbiamo trattato argomenti quali lo sviluppo sostenibile e l'Agenda 2030, fino ad arrivare proprio all'economia circolare sulla quale abbiamo avuto modo di seguire un interessantissimo webinar ENEA". Gli studenti si sono inoltre chiesti:



Scuola secondaria di primo grado San Giovanni Bosco. Piante in vasi riciclati

“quali cambiamenti nell’ambito della formazione futura e soprattutto nel mondo del lavoro porterà il passaggio da una economia tradizionale di tipo lineare a quella circolare? Quali prospettive future e quali nuove professioni si verranno a creare?”

A tal proposito, Valentina è fermamente convinta che “l’idea di poter allungare la vita utile dei beni e riutilizzare una serie di materie prime proprio grazie all’economia circolare, permetterà al mondo del lavoro di rinnovarsi e di creare anche nuove tipologie di posti di lavoro legati all’idea del riuso di una serie di prodotti riconvertibili in qualcosa di nuovo, principio che si trova proprio alla base di quanto appreso su chiusura dei cicli, ecodesign, sharing economy o del concetto di

chilometro zero”. Francesca continua: “Secondo me il passaggio dall’economia lineare ad un’economia circolare porterà una serie di vantaggi anche nel mondo del lavoro che sicuramente darà maggiore attenzione all’ambiente riducendo gli sprechi per vivere in maniera sostenibile”. E ancora, Gaia suggerisce: “Un modo per fare avvicinare i ragazzi all’economia circolare, secondo me, potrebbe essere quello di proporre una serie di progetti interattivi che ci possono permettere di toccare con mano l’impatto dell’economia circolare nelle nostre vite, magari facendoci sperimentare in prima persona la realizzazione di prodotti basati sulla sharing economy. Questa sarebbe una spinta ideale per noi ragazzi e potrebbe farci capire che molte delle attività lavorative possono basarsi proprio su questi principi appresi durante i progetti svolti”.

Prendendo spunto proprio dall’intervento di Gaia, la nostra scuola continuerà nella divulgazione di queste tematiche auspicando di potersi avvalere nuovamente dell’intervento dei ricercatori ENEA nell’ambito dei nostri progetti PCTO, fondamentali per l’orientamento degli studenti verso nuovi indirizzi di studio universitario ma anche per la scelta delle nuove professioni. Proporre ai ragazzi situazioni di imprese grandi o piccole del territorio, “reinventate” in tal senso, renderà concreta e reale questa tematica che altrimenti rischierebbe di essere confinata nelle pagine di qualche libro scolastico.

In missione con i supereroi per salvare il pianeta

L'ambiente in cui viviamo è in pericolo! Il cambiamento climatico e l'inquinamento stanno mettendo a rischio la sopravvivenza di centinaia di specie di animali, piante e la nostra stessa salute. Per questo, oggi più che mai dobbiamo impegnarci per la salvaguardia del pianeta. E possiamo farlo con pochi semplici gesti e piccole azioni quotidiane, con l'aiuto di due Supereroi della Sostenibilità per riuscire con successo in questa 'missione speciale'.

DOI 10.12910/EAI2021-046 / ENEA PER LA SCUOLA PRIMARIA

di Caterina Arcangeli, Clarice Patrono, Antonella Testa, *Laboratorio Salute e Ambiente*

L'ambiente in cui viviamo è in pericolo! Il cambiamento climatico, l'inquinamento dell'aria e delle acque stanno danneggiando la natura che ci circonda, mettendo a rischio la sopravvivenza di centinaia di specie di animali e piante in tutto il pianeta, causando effetti negativi anche sulla nostra salute.

Per questo, oggi più che mai bisogna rispettare e prendersi cura dell'ambiente che ci circonda in tutti i suoi aspetti: aria, terra, mare, fiumi, piante e animali, avendo la consapevolezza che ognuno di noi, attraverso piccole azioni quotidiane ha un impatto ambientale sul pianeta e che è importante comportarci di conseguenza.

Ma noi che cosa dobbiamo fare per capire come affrontare i temi della sostenibilità, dell'inquinamento di aria, acqua, rifiuti e della raccolta differenziata? In questa 'missione speciale' per la salvaguardia del pianeta ci aiuteranno Flora e Oceano, i due Supereroi della Sostenibilità: ci faranno riflettere, ci daranno consigli e suggerimenti utili, ci insegneranno giochi e piccoli esperimenti e insieme a loro capiremo

l'importanza di vivere in un ambiente pulito e sano. Alla fine di questo percorso scopriremo che bastano pochi semplici gesti per diventare un Supereroe della Sostenibilità e che la sfida per salvare il pianeta è una 'missione' possibile che dipende da ciascuno di noi!

Che cosa è la sostenibilità?

Flora: ciao ragazzi! Iniziamo subito a

capire cosa significa sostenibilità ambientale, un termine che si usa tanto al giorno d'oggi. Per sostenibilità ambientale si intende il lavoro incessante per mantenere la qualità e la quantità delle risorse naturali sulla Terra, che non devono essere sfruttate ma rispettate e garantite a tutta l'umanità e non solo a pochi. Oceano: per sostenibilità si intende l'impegno di tutti noi a utilizzare le risorse naturali della terra senza



Oceano e Flora, i due supereroi della sostenibilità - Immagine creata da Elisabetta Laganà, 12 anni, classe 2a A - Scuola media "Giuseppe Sinopoli" - Roma

Che caldo! Anche i ghiacciai si stanno sciogliendo



Immagine di Irene Bascietto, 10 anni, classe 5a C - Scuola Primaria "A. Stradella" - Nepi

distruggerle: ad esempio, utilizzare il legno di un bosco senza abbattere tutti gli alberi, ma dare tempo al bosco di ricostituirsi.

Non a caso le Nazioni Unite, uno dei più importanti organismi a livello mondiale che riunisce 193 Paesi con l'obiettivo di preservare la pace e la sicurezza, ha definito lo sviluppo sostenibile "Uno sviluppo in grado di assicurare il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri". In altre parole, questo significa che i nostri nonni e i nostri genitori

hanno diritto a vivere bene e realizzare i loro desideri, ma per farlo non devono distruggere l'ambiente ma lasciare le risorse della Terra in eredità alle generazioni future, cioè ai bambini di oggi che sono gli adulti di domani. A nostra volta noi dovremo lasciarle in eredità ai nostri figli e così via...

Oceano: e noi bambini possiamo fare molto! Avete visto Greta Thunberg in tv? È la studentessa svedese che guida il movimento dei ragazzi che protestano per convincere i grandi a proteggere l'ambiente. Greta ci ricorda che non si è mai troppo piccoli per fare la differenza!

È fondamentale capire che noi bambini dobbiamo avere cura dell'ambiente in cui viviamo ed essere consapevoli delle conseguenze delle azioni che compiamo. **Flora:** infatti, semplici azioni quotidiane possono avere ricadute positive sull'ambiente: non buttare le cartacce, chiudere il rubinetto quando ci si lava i denti o ci si insapona sotto la doccia, ridurre il più possibile l'uso dell'automobile, condividerla con chi fa il nostro stesso tragitto e in linea generale preferire la bici, non sprecare cibo, fare attenzione alla raccolta differenziata e riciclare quando possibile. **Oceano:** e spegnere la luce quando usciamo da una stanza per non sprecare energia elettrica!!!

Flora e Oceano: insomma, dobbiamo utilizzare con attenzione le risorse per far sì che il pianeta diventi un posto sano dove crescere!

L'inquinamento dell'aria

Flora: Ehi ragazzi, per capire l'inquinamento atmosferico dovete sapere che la Terra è circondata dall'atmosfera, ovvero da un miscuglio di gas che serve a proteggere la sua superficie dai raggi solari dannosi, lasciando passare solo quelli benefici. Sono purtroppo le attività dell'uomo, le fabbriche, le industrie, l'uso delle automobili e degli autobus a

Lo sapevi che...anche il taglio degli alberi è uno dei principali motivi dell'inquinamento e che in Europa il consumo di carta annuale per ciascuno di noi è di circa 125 Kg, ovvero il peso di una moto da cross?

Cosa possiamo fare? Cerchiamo il più possibile di utilizzare i fogli di carta su entrambi i lati. Possiamo realizzare dei piccoli blocchetti per appunti di scuola spillando le pagine sul lato su cui si è già scritto.

Facciamo un esperimento: riempi 2 bicchieri con la stessa quantità di acqua. Metti in ogni bicchiere un termometro. Fissa con un elastico su uno dei due bicchieri un sacchetto di plastica. Metti al sole o sotto una lampada i due bicchieri avendo cura di mettere i due bicchieri affiancati ed esposti al calore nello stesso modo. Aspetta 2 o 3 ore. Misura la temperatura dell'acqua dei due bicchieri. Che cosa noti? Il livello dell'acqua è rimasto lo stesso? Le temperature sono le stesse? Dopo alcune ore al sole nel bicchiere senza sacchetto parte dell'acqua è evaporata. Nel bicchiere con il sacchetto l'acqua non poteva evaporare e la temperatura è aumentata. Con questo esperimento hai creato l'effetto serra nel bicchiere con il sacchetto!

Lo sapevi che...chiudere il rubinetto dell'acqua mentre ci laviamo i denti, consente di risparmiare 12 litri d'acqua al minuto incredibile vero?

inquinare l'atmosfera, così come l'utilizzo delle fonti fossili invece delle energie rinnovabili come l'energia dal sole, dal vento, dalle onde.

Flora: purtroppo oggi per riscaldare case e uffici si utilizzano ancora molto il petrolio, il carbone o il gas, che sono fonti fossili, ovvero materiali che si sono formati in epoche geologiche lontanissime, quando l'uomo sulla Terra ancora non esisteva. Per questo si esauriscono e non possiamo più riprodurle. Ma il problema più serio è che bruciando i combustibili fossili si inquina l'atmosfera con molte sostanze nocive e si producono gas molto pericolosi che causano l'effetto serra, un'espressione che forse avete sentito anche a scuola.

Oceano: L'effetto serra? Ma che cos'è?

Flora: sei mai entrato in una serra dove si coltivano le piante tropicali? Fa caldissimo! Le serre sono ambienti molto caldi, fatti di vetro che attira e trattiene la luce del sole, con temperature come ai Tropici. L'anidride carbonica che l'uomo immette nell'atmosfera ha un effetto simile e ormai l'atmosfera si sta scaldando troppo! Le conseguenze del riscaldamento globale sono disastrose: cambiamenti climatici, desertificazione, scioglimento dei ghiacciai, innalzamento del livello del mare, estinzione delle specie...

Inquinamento e uso sostenibile dell'acqua

Oceano: Ragazzi! E l'acqua? Chi di voi ha già studiato il ciclo dell'acqua a scuo-

la? Tra tutte le risorse naturali, è certamente la più importante, perché senza di lei non potrebbe esserci la vita. Il 71% della Terra è ricoperto da oceani, mari, fiumi, laghi. L'acqua dei laghi, dei mari e dei fiumi evapora quando fa molto cal-

Oceano: L'acqua è un bene che appartiene a tutti noi. Per questo non deve essere sprecata o inquinata! Lo sapevi che la parola *inquinamento* proviene dal verbo latino "inquinare" che significa sporcare, rendere



Immagine creata da Irene Bascietto, 10 anni, classe 5a C, Scuola Primaria "A. Stradella", Nepi

do, ma poi ricade sulla terra sotto forma di pioggia o neve, quando fa freddo. Poi il ciclo ricomincia: a scuola ci viene insegnato il ciclo dell'acqua, secondo il quale una volta evaporata, l'acqua ritorna sempre sotto forma di pioggia e attraverso i fiumi. Per questo motivo le risorse idriche ci sembrano illimitate e rinnovabili, ma non è così! **L'acqua è limitata e può esaurirsi se sprecata, cioè usata in maniera non sostenibile.** Questo dovrebbe farci riflettere sulle nostre abitudini quotidiane.

sudicio? Tra le sostanze che sporcano ed inquinano maggiormente l'acqua ci sono i rifiuti che vengono dagli allevamenti, dall'agricoltura per l'utilizzo di sostanze chimiche, le industrie e le fognature; ma anche la benzina, il petrolio, la pesca non sostenibile, i rifiuti abbandonati sulle spiagge o nel mare. La plastica è molto inquinante perché può sminuzzarsi in piccole particelle dette *microplastiche* che sono dannosissime per l'uomo e per le specie marine. **Flora:** Uno dei materiali più

Lo sapevi che... nell'Oceano e nel Mar Mediterraneo si sono addirittura formate delle isole di plastica e che, nel 2018, in Indonesia è stata ritrovata una balena morta che nel suo stomaco aveva 115 bicchieri di plastica, 4 bottiglie, 25 sacchetti, 2 ciabatte e 1 sacchetto di nylon?

Cosa possiamo fare? Cerchiamo di tenere pulita la spiaggia dopo il nostro soggiorno per non inquinare

Facciamo un esperimento: In un barattolo di vetro versa 3 cucchiaini di miele, aggiungi 2 cucchiaini di olio e 1 o 2 bicchieri di acqua. Chiudi il barattolo e mescola. Attendi un po' e osserva come si dispongono i tre materiali. Con questo esperimento stai simulando un mare/lago/fiume inquinato! L'olio, che rappresenta il petrolio, resta in superficie

Lo sapevi che... la gomma da masticare impiega ben 5 anni per decomorsi ed è un rifiuto dannoso per l'ambiente? **Cosa possiamo fare?** Possiamo diminuire il consumo di gomme da masticare e non gettarle mai per strada ma nella raccolta indifferenziata.

Facciamo un esperimento: Prendiamo 2 contenitori vuoti di yogurt e riempiamoli con della terra bagnata. Sotterriamo in un contenitore un pezzo di plastica e nell'altro una foglia. Lasciamoli riposare per 1 mese, facendo attenzione che la terra sia sempre bagnata. Dopo un po' di tempo vedremo che la foglia, che è biodegradabile, si è decomposta e che quindi è servita come nutrimento per la terra, mentre la plastica è rimasta intatta. Cosa ci dice questo esperimento?

inquinanti è la plastica!!! Una volta dispersa e accumulata nell'ambiente, sopravvive per centinaia di anni prima di dissolversi e inquina il territorio, dall'aria al suolo, dai fiumi ai laghi e agli oceani. E' dannosa per la fauna e la flora selvatica, ma anche per l'uomo. Oceano: riciclare è facile, puoi farlo anche tu!

I rifiuti e la raccolta differenziata

Flora e Oceano: E ora ci serve il vostro aiuto per combattere l'inquinamento da rifiuti e da plastica! Oceano: pensate che ogni giorno, in tutto il mondo, vengono scaricati nelle acque 2 milioni di tonnellate di rifiuti, più o meno il peso di 15.000 balenottere azzurre, gli animali più grandi del pianeta! **Flora:** Cosa possiamo fare per diminuire la spazzatura che inquina il nostro pianeta? **Oceano:** c'è una soluzione: la **raccolta differenziata**! La fate a casa con i vostri genitori? **Non è una cosa difficile: basta separare in diversi contenitori le cose da buttare**



Immagine creata da Elisabetta Laganà, 12 anni, classe 2a A, Scuola media "Giuseppe Sinopoli", Roma

in base al materiale di cui sono fatte e alla possibilità di riutilizzarle. Ad esempio, plastica, carta, vetro e metallo sono materiali che possono essere trasformati per dare vita a nuovi oggetti, senza spreco di risorse e materie prime. Anche gli avanzi della cucina possono essere riciclati, i ma anche bastoncini in legno per gelati, i fondi di caffè e le bustine del tè ad esempio vanno a formare **il rifiuto umido**, chiamato anche **rifiuto organico**, e possono essere trasformati in un concime naturale per le piante. Quello che resta va portato in discarica

e si chiama **rifiuto indifferenziato**. Oggi esistono contenitori di diversi colori o dimensioni che consentono di fare la raccolta differenziata in modo semplice direttamente nelle nostre case per poi gettare i rifiuti separati negli appositi cassonetti.

In conclusione, per salvare il pianeta e diventare 'Supereroi' come Flora e Oceano non servono i superpoteri! **Basta cambiare un po' le abitudini e fare più attenzione a come ci comportiamo. E in questo possono esserci di aiuto 'Dieci semplici mosse' da applicare nella nostra vita di tutti i giorni.** Eccole qui di seguito: vai a piedi o in bicicletta; non lasciare aperto il frigorifero inutilmente; usa detersivi biodegradabili; lascia pulite le spiagge; chiudi sempre il rubinetto quando non serve; fai la doccia al posto del bagno; evita le bottiglie di plastica usa e getta (usa sempre la borraccia); sostituisci le cannucce di plastica usa e getta con quelle biodegradabili; non sprecare cibo; fai la raccolta differenziata!!!

Per info: antonella.testa@enea.it

Il cambiamento climatico, la COP 26 e i giovani

A Milano, dal 28 al 30 settembre, al 'Youth4Climate: Driving Ambition' i ragazzi di tutto il mondo hanno avuto l'occasione di far sentire la loro voce affinché gli obiettivi sul clima non vengano disattesi o posticipati, facendo pagare proprio a loro il prezzo maggiore. I giovani hanno un ruolo molto importante anche per la COP26 di Glasgow, perché possono indicare obiettivi e misure e vigilare affinché vengano attuati, ma anche vigilare affinché siano effettivamente attuati.

DOI 10.12910/EAI2021-047 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO

di Martina Iorio, Sergio La Motta, Maria Velardi, Sezione trasferimento tecnologico verso i Paesi in Via di Sviluppo in ambito cambiamento climatico

Nella lotta al cambiamento climatico, l'istituzione di maggior rilievo a livello internazionale è la COP - Conferenza delle Parti firmatarie la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC). Nell'ambito della COP si svolgono i negoziati e si prendono le decisioni per proteggere il clima del pianeta, sulla base delle evidenze scientifiche. **La prima COP si è tenuta nel 1995, a Berlino, sotto la presidenza della Cancelliera Angela Merkel: da allora si sono tenute 24 Conferenze delle Parti e la prossima sarà a Glasgow nel dicembre 2021.** Si tratta della COP26, inizialmente prevista nel 2020 e poi rimandata a causa della pandemia, che dovrà definire il funzionamento di alcuni meccanismi chiave dell'Accordo di Parigi del 2015 e assicurarne la corretta attuazione; Per preparare l'incontro di Glasgow, l'evento è stato preceduto dalla **pre-COP26 di Milano** (30 settembre - 2 ottobre 2021) e dal meeting dei giovani di tutto il mondo 'Youth4Climate: Driving Ambition' (28-30 settembre, sempre a Milano) per far sentire la loro voce

ai decisori della Convenzione sul clima. Fin dalla sua nascita nel 1988, il mondo scientifico, rappresentato dall'**Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC)** ha evidenziato che esiste un legame tra l'aumento delle emissioni di gas serra di origine umana (anidride carbonica - CO₂, metano - CH₄ e protossido di azoto - N₂O) e l'aumento della temperatura media del pianeta rispetto all'epoca preindustriale e i conseguenti impatti sui delicati equilibri naturali.

Sulla base di queste evidenze nel 2015, a Parigi, in occasione della COP21, i 197 Paesi partecipanti hanno sottoscritto un accordo per limitare la crescita della temperatura media del pianeta al di sotto dei 2°C rispetto ai livelli pre-industriali¹, impegnandosi a fare "ogni sforzo" per mantenerla entro 1,5°C. L'Accordo prevede inoltre che le Parti accrescano la propria capacità di adattarsi agli impatti negativi del cambiamento climatico e investano le risorse necessarie per raggiungere gli obiettivi di mitigazione e adattamento². In particolare, l'IPCC precisa che per centrare l'obiettivo degli 1,5°C, sarà necessario arrivare alla

cosiddetta neutralità carbonica, ovvero che le emissioni siano completamente compensate dagli assorbimenti da parte del sistema naturale entro il 2050.

Come funziona l'Accordo di Parigi e che cosa ci si aspetta dalla COP26 di Glasgow

L'Accordo di Parigi prevede che ciascun Paese debba presentare il "**National Determined Contribution - NDC**", un piano di contenimento delle emissioni, di riduzione della vulnerabilità ai cambiamenti climatici e di messa a disposizione di fondi adeguati; il Piano deve essere aggiornato ogni cinque anni inserendo politiche e misure sempre più ambiziose³ ed è fondamentale per l'attuazione dell'Accordo stesso.

Gli NDCs sono, quindi, gli strumenti più importanti per dire ai cittadini, in particolare ai giovani, se la risposta internazionale collettiva dei vari Paesi è adeguata ad assicurare che gli obiettivi dell'Accordo di Parigi siano realizzati. Perché ciò avvenga occorre identificare obiettivi ambiziosi e misure d'implementazione credibili di medio periodo (2030), accompagnati da una pianifi-



cazione di lungo periodo che preveda un contributo adeguato all'obiettivo di neutralità carbonica entro il 2050.

Particolare attenzione è posta sulla necessità di un cambiamento degli stili di vita come misura di mitigazione, aspetto che non può non riguardare la consapevolezza e l'impegno delle nuove generazioni. Come evidenzia la Figura 1, anche il cibo che mangiamo, l'energia che consumiamo per riscaldarci o per muoverci, il modo in cui viaggiamo, sono tra i fattori determinanti nella definizione della nostra impronta carbonica (*carbon footprint*).

L'Italia ha aggiornato il proprio NDC nel 2020, in una relazione congiunta con gli altri stati dell'UE ribadendo l'obiettivo di neutralità carbonica al 2050, mentre per il momento altri grandi emettitori, come Corea e Giappone,

hanno solo dichiarato i loro impegni.

La Cina ancora non ha aggiornato il proprio NDC e, anzi, posticipa il suo obiettivo di neutralità carbonica al 2060⁴. È incoraggiante invece la posizione degli USA che, con il nuovo Presidente Joe Biden, rientrano nell'Accordo di Parigi dal quale si erano svincolati durante la presidenza di Donald Trump. Per loro, l'Accordo è entrato nuovamente in vigore dallo scorso 19 febbraio 2021: ora ci si aspetta che gli USA aggiornino al più presto il loro NDC per diventare uno dei Paesi guida alla corsa verso la neutralità carbonica.

Ad oggi, tuttavia, "l'Emission Gap Report 2020", il rapporto sul divario nella riduzione delle emissioni (<https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020>) del Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente⁵ (UNEP) evidenzia che

sommando gli effetti degli NDCs attualmente presentati, si arriverebbe ad un aumento della temperatura media del pianeta di oltre 3°C entro il 2100, ben lontano dagli obiettivi dell'Accordo di Parigi.

Un altro nodo negoziale molto delicato riguarda la questione degli aiuti finanziari e tecnologici che i Paesi industrializzati sono tenuti a fornire ai Paesi in Via di Sviluppo (PVS) per aiutarli a raggiungere gli obiettivi dell'Accordo di Parigi. La Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici, infatti, vuole che le Parti, ovvero i Paesi firmatari, agiscano in base a responsabilità comuni e condivise, ciascuna secondo le proprie possibilità⁶; inoltre prevede che i Paesi industrializzati aiutino i PVS a raggiungere gli obiettivi climatici attraverso meccanismi finanziari quali il Financial Mechanism ed i fondi

operativi posti sotto la guida della COP: il Global Environmental Fund (GEF), il Green Climate Fund (GCF) e l'Adaptation Fund (AF).

Dunque, nel 2015 la COP21 con gli Accordi di Parigi ha confermato e rafforzato gli impegni assunti in precedenza. Inoltre, per quanto riguarda l'attività di supporto ai PVS, ha invitato le Parti a tener ben in conto le esigenze finanziarie e tecnologiche dei Paesi beneficiari con particolare riferimento alle isole ed ai Paesi meno sviluppati tra i PVS.

Nel fare questo, le Parti dovranno bilanciare le azioni di mitigazione con quelle di adattamento, oltre ad impegnarsi a garantire che i flussi di finanziamento, almeno 100 miliardi di dollari l'anno, favoriscano sempre lo sviluppo sostenibile. Infine, secondo l'Accordo, le Parti firmatarie dovranno rendicontare la propria attività di supporto finanziario, tecnologico e di *capacity building*, seguendo specifiche regole di trasparenza⁷. La COP26 di Glasgow sarà l'occasione per valutare se gli impegni finanziari attualmente intrapresi e assicurati dagli Stati sono congrui con gli

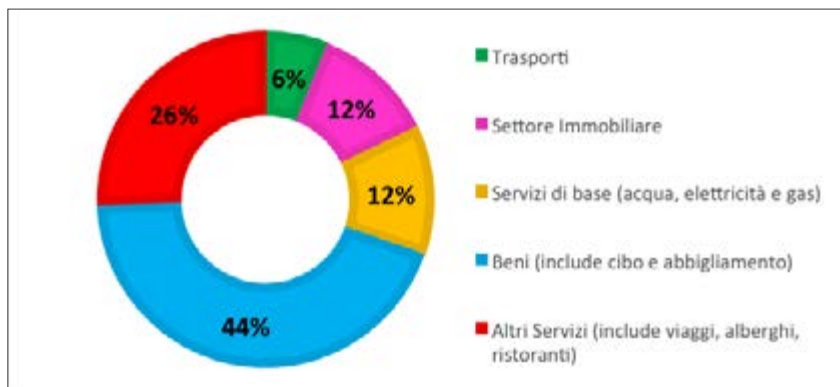


Fig.1 Impronta carbonica nei paesi EU-27 nel 2018 (% di CO₂ per persona/per settore di consumo) Fonte: Eurostat, 2020

obiettivi dell'intesa di Parigi.

Conclusioni

I giovani hanno un ruolo molto importante per la riuscita della COP26, sia per condizionare la negoziazione di obiettivi e misure, nell'ottica di un dialogo che coinvolga tutti i cittadini e i portatori di interesse, sia per vigilare affinché tali misure siano effettivamente attuate anche attraverso un cambiamento degli stili di vita che non

può non riguardare la consapevolezza e l'impegno delle nuove generazioni. La posta in gioco è la salute del nostro pianeta e, se gli obiettivi dell'Accordo di Parigi dovessero essere disattesi o posticipati, sarebbero proprio i giovani a pagarne il prezzo maggiore.

Per info: sergio.lamotta@enea.it

BIBLIOGRAFIA

1. Intergovernmental Panel for Climate Change – IPCC, Quinto rapporto di valutazione, 2014 (<https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>)
2. Intergovernmental Panel for Climate Change – IPCC, Global Warming of 1.5°C, 2018 (<https://www.ipcc.ch/sr15/>)
3. Interim NDC Registry (<https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/Pages/Home.aspx>)
4. United Nation Environment Programme – UNEP, Emission Gap Report, 2020 (<https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020>)
5. Eurostat – Statistic Explained, Greenhouse gas emission statistics - carbon footprints, 2020 (<https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?oldid=473896>)
6. United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC, Climate Finance Data Portal (<https://unfccc.int/climatefinance?home>)

1. Articolo 2 dell'Accordo di Parigi, https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
2. Articolo 4 dell'Accordo di Parigi, https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
3. La prima versione dei Piani è stata inviata dalle Parti nel 2015 ed un primo aggiornamento era previsto per il 2020 per indicare gli obiettivi al 2030 e le strategie al 2050. La stessa COP26, avrebbe dovuto avere come uno degli obiettivi principali quello di creare le condizioni per avere degli NDCs più ambiziosi e il suo rinvio al 2021 non cambia l'urgenza di avere obiettivi di mitigazione e adattamento più ambiziosi.
4. Il dato è emerso in occasione dell'Assemblea Generale dell'ONU nel settembre 2020
5. Il Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (United Nations Environment Programme - UNEP) è un organo sussidiario dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite, istituito con la risoluzione 2997 (XXVII) del 15 dicembre 1972. Nel suo mandato rientrano funzioni di studio e operative, per fornire assistenza tecnica ai paesi in via di sviluppo, anche nel settore della legislazione ambientale e, fra gli altri compiti, l'adozione di atti non vincolanti (raccomandazioni e linee guida) e progetti di convenzioni ambientali; il coordinamento delle attività di tutela dell'ambiente svolte nell'ambito dell'ONU; la funzione di segretariato di alcuni trattati ambientali
6. Articoli dal 9 al 13 dell'Accordo di Parigi https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
7. Articoli dal 9 al 13 dell'Accordo di Parigi https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

Il Capitale Naturale: un patrimonio (a rischio) da proteggere e valorizzare

Uno dei beni più preziosi del nostro pianeta è il ‘Capitale Naturale’ che comprende la varietà degli organismi viventi che popolano la Terra, ma anche le risorse non viventi come aria, acqua, suolo e le risorse geologiche. Oggi siamo di fronte ad una grave e spesso irreversibile perdita di biodiversità: prendere consapevolezza che proteggere l’integrità del Capitale Naturale vuol dire tutelare la nostra stessa salute ed il nostro benessere è un passo fondamentale.

DOI 10.12910/EAI2021-048 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

di Fabio Eboli ed Elisabetta Salvatori - Sezione Supporto Strategico e Giacomo Pallante- Sezione trasferimento tecnologico verso i Paesi in Via di Sviluppo in ambito cambiamento climatico

Uno dei beni più preziosi del nostro pianeta è il ‘Capitale Naturale’: l’insieme di piante, animali, funghi e microorganismi che interagiscono tra loro e con l’ambiente; un patrimonio fondamentale per l’umanità che comprende la ‘biodiversità’, ovvero la varietà degli organismi viventi che popolano la Terra, ma anche le risorse non viventi come l’aria, l’acqua e il suolo e le risorse geologiche [1]. Da questa definizione comprendiamo come il Capitale Naturale sia essenziale per la vita degli esseri umani e dell’ambiente stesso e come da esso dipendano la maggior parte delle attività socio-economiche. Il Capitale Naturale, inoltre, garantisce la fornitura dei cosiddetti ‘servizi ecosistemici’ che possiamo classificare come segue (Figura 1):

- **servizi di approvvigionamento:** Sono i più facili da identificare, in quanto comprendono prodotti quali il cibo di origine vegetale o animale, materie prime come fibre tessili o legname, combustibili come il petrolio o il gas naturale, ma anche so-

stanze biochimiche e farmaceutiche come alcune medicine;

- **servizi di regolazione:** meno evidenti ai nostri occhi, ma fondamentali. Comprendono tutti quei benefici ottenuti dalla regolazione dei processi naturali, come l’impollinazione, indispensabile per la produzione di frutti e semi, la regolazione del clima, dei flussi delle acque o la purificazione dell’acqua e dell’aria, quest’ultima operata soprattutto dalle piante e molto importante per ridurre l’inquinamento nelle nostre città;
- **servizi di mantenimento:** sono necessari per la produzione di altri servizi ecosistemici, quali ad esempio la formazione dei suoli ed i cicli dei nutrienti;
- **servizi culturali:** usufruiamo di un servizio culturale quando passiamo una giornata di svago nella natura, o in un parco cittadino (Figura 2), ma anche quando ammiriamo un paesaggio o un bosco (ne ricaviamo un beneficio estetico e di ispirazione) o quando impariamo a riconoscere le piante che fioriscono in un prato (ne

ricaviamo un beneficio educativo). In questa categoria di servizi rientrano, inoltre, l’eredità culturale e i valori spirituali e religiosi associati alla natura.

Il valore del Capitale Naturale per il nostro benessere

Nonostante i servizi ecosistemici siano insostituibili per il benessere umano e per lo sviluppo socio-economico futuro, poiché molti di essi sono forniti in modo “gratuito” dalla natura, risultano invisibili ai nostri occhi: in altre parole, non dovendo pagare nulla per beneficiarne, l’umanità tende a non dargli il giusto valore. Gran parte dei servizi ecosistemici non vengono considerati nelle decisioni politiche, dai settori produttivi e dalle persone, in quanto non sono commercializzabili e non vengono quantificati in termini comparabili con i prodotti industriali. Purtroppo, la loro perdita, invece, comporta spesso costi molto alti, sia in termini di danni sul territorio sia, talvolta, di vite umane. La scarsa considerazione del valore dei

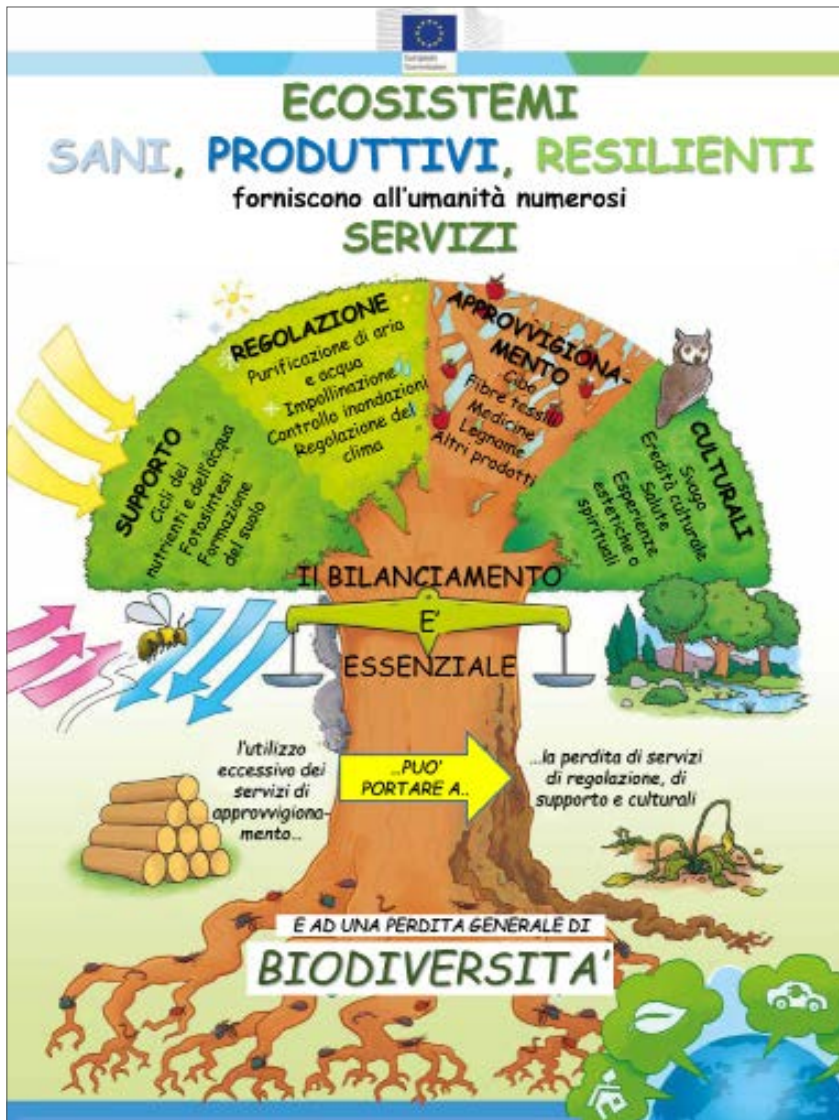


Fig.1 Il capitale naturale fornisce differenti categorie di servizi ecosistemici: il loro bilanciamento è essenziale per il funzionamento degli ecosistemi e per la tutela della biodiversità.

servizi ecosistemici nelle nostre decisioni ci ha infatti portato a ridurre notevolmente il Capitale Naturale; in particolare, negli ultimi 50 anni, a causa del forte aumento della popolazione e delle attività produttive e commerciali, abbiamo modificato gli ecosistemi più rapidamente e più estesamente che in qualsiasi altro periodo della storia, soprattutto per soddisfare la crescente domanda di cibo, acqua dolce, materie prime e suolo e, di

conseguenza, abbiamo reso ancor più pesante la nostra “impronta ecologica” sul pianeta [2], dimenticando che tutte le attività umane dipendono dall'integrità della biosfera.

Per tenere conto delle ricadute indirette e imparare a fare scelte migliori per la tutela del Capitale Naturale, una soluzione è quella di misurare tutti i possibili benefici che derivano dalla sua conservazione, anche quelli che non

hanno un valore di mercato diretto.

Non si tratta di un'impresa semplice, anzi! Una possibile soluzione è di assegnare alle ricadute positive un valore monetario (quindi qualcosa che tutti noi ben conosciamo), in modo che tutti possano percepire con evidenza quanto sia ‘conveniente’ tutelarli.

Lo sfruttamento eccessivo degli ecosistemi

Lo sfruttamento eccessivo degli ecosistemi per ricavarne soprattutto servizi di approvvigionamento può ridurre la capacità di fornire altri servizi, meno visibili perché non li paghiamo, ma ugualmente fondamentali. Pensate al caso in cui per costruire case o per creare nuove zone agricole si disboscò una collina. Chi gestisce quei terreni riceve un profitto dall'attività edilizia o dalla produzione agricola; se invece mantenesse il bosco intatto, non riceverebbe nessun guadagno. Tuttavia, quel bosco genera dei benefici per l'umanità come il sequestro della CO₂ (che riduce il cambiamento climatico), oppure potrebbe bloccare delle frane evitando distruzione e morti.

Senza un corretto bilanciamento (Figura 1), riduciamo in particolare la capacità degli ecosistemi di offrire mantenimento e regolazione, rendendoci più vulnerabili ad eventi quali alluvioni, piogge intense, ondate di calore estive, ecc. È importante imparare a comprendere il contributo che proviene dalla ricchezza della vita presente nelle foreste e nei boschi, l'importanza di conservare la qualità di fiumi e laghi, l'opportunità di tutelare le aree costiere e montane e la necessità di migliorare la qualità dell'ambiente nelle nostre città aumentando gli spazi verdi.

I rischi, le opportunità e l'impatto della pandemia

Nel 2005 è stato pubblicato il risultato della “Valutazione degli ecosistemi del millennio” [3], un report promosso dalle Nazioni Unite, che già allora mo-

strava come il 60% dei servizi ecosistemici venisse utilizzato in maniera non sostenibile, mettendone a rischio la disponibilità per le generazioni future. E l'Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) nel suo ultimo rapporto del 2019 [4] evidenzia una sostanziale, e in gran parte irreversibile, perdita di biodiversità con circa 1 milione di specie animali e vegetali minacciate di estinzione entro pochi decenni. Il 2020 è stato invocato da molte istituzioni ed associazioni ambientaliste come l'anno in cui ripensare il ruolo del Capitale Naturale, indicando nuovi e più ambiziosi obiettivi internazionali ed europei per arrestare la perdita di biodiversità e il consumo di nuovo suolo ed adottare tutta una serie di azioni concrete (soluzioni basate sulla natura [5]) per il "restauro" o "recupero" degli ecosistemi. Questa volontà è stata bruscamente interrotta dalla diffusione della pandemia.

Ironia della sorte, la cattiva gestione dell'ambiente è tra le cause della pandemia da COVID-19, in quanto è noto come la distruzione degli habitat favorisca il passaggio di virus dagli animali selvatici a quelli domestici e all'uomo (effetto spillover) [6]. Sembra che la Terra, mai come questa volta, abbia voluto darci un segnale della sua capacità, ormai al limite, di tollerare le pressioni cui viene sottoposta dalle attività umane.

Prendere consapevolezza che proteggere l'integrità del Capitale Naturale vuol dire proteggere la nostra stessa



Fig.2 L'ampia gamma di servizi culturali offerti da un parco urbano

salute ed il nostro benessere (paradigma dell'One Planet, One Health) è il primo passo. Mentre in passato questa consapevolezza era quasi del tutto assente tra i cittadini ed i governi, oggi lo sviluppo sostenibile è al centro delle decisioni di molti Stati, spinti anche dall'impeto delle giovani generazioni che pretendono un mondo vivibile e

prospero. Solo continuando a conoscere, agire ed esigere cambiamenti nel modello socio-economico sarà possibile orientarci verso uno sviluppo migliore, compatibile con le esigenze della nostra "casa" comune.

Per info: giacomo.pallante@enea.it

BIBLIOGRAFIA

1. Primo rapporto sul Capitale Naturale Italiano (2017): <https://www.minambiente.it/pagina/capitale-naturale>
2. <https://www.overshootday.org/kids-and-teachers-corner/what-is-an-ecological-footprint/>
3. Millennium Ecosystem Assessment: <https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>
4. <https://ipbes.net/global-assessment>
5. <https://www.naturebasedsolutionsinitiative.org/what-are-nature-based-solutions/>
6. <https://www.wwf.it/?52720/Spillover-il-fenomeno-alla-sorgente-dei-nuovi-virus-che-infettano-luomo>

I deserti e il rischio desertificazione

I deserti sono un ecosistema di grandissimo valore e interesse, dove la vita animale, vegetale e umana è ridotta al minimo. La desertificazione, invece, può essere causata dal cambiamento climatico, da pratiche agricole o da politiche sbagliate che in zone con scarsa disponibilità idrica possono causare un drastico degrado delle risorse naturali e la conseguente impossibilità di ospitare la vita. Nel corso della storia questo fenomeno ha cambiato il destino di interi popoli: oggi è una minaccia globale che deve essere affrontata con la massima priorità e urgenza, perché rischia di peggiorare le condizioni di vita di milioni di persone, soprattutto nei Paesi più poveri.

DOI 10.12910/EAI2021-049 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO

di **Maurizio Sciortino** - Sezione trasferimento tecnologico verso i Paesi in Via di Sviluppo in ambito cambiamento climatico

La vita animale e vegetale ha sviluppato una grande capacità di adattamento alle condizioni ambientali ed, in particolare climatiche, presenti sul nostro pianeta. Il clima è naturalmente soggetto alle drastiche variazioni che hanno causato glaciazioni, ma negli ultimi millenni, caratterizzati da una relativa stabilità, si è determinata una ripartizione di zone umide e secche in tutti i continenti che ha favorito lo sviluppo della civiltà attuale.

In particolare, i deserti costituiscono un ambiente caratterizzato da piogge molto scarse (minori di 50 mm/anno), assenza di copertura vegetale e suoli poverissimi di sostanza organica. Gli attuali deserti, sia caldi che freddi, si sono formati nel corso di millenni, come testimoniato dai residui fossili di vita animale e vegetale oggi completamente estinte. Le condizioni che determinano la mancanza di precipitazioni nei deserti sono determinate da persistenti condizioni di stabilità atmosferica, la presenza di grandi barriere montuose, di correnti marine costiere che determinano vaste aree con bassi livelli di umidità

atmosferica e conseguente assenza di precipitazioni.

Attualmente si stima che le aree caratterizzate da condizioni climatiche secche rappresentino circa il 37.2 % e le zone umide il 42.4% della superficie terrestre (figura 1). I deserti propriamente detti occupano il 6.4% delle terre emerse e - è importante sottolinearlo - costituiscono un ecosistema di grandissimo valore naturale caratterizzato da paesaggi e forme di vita adattate a condizioni estreme, quasi del tutto privo di insediamenti umani. Da un punto di vista ecologico i deserti rappresentano il punto di non ritorno del degrado delle risorse naturali indispensabili al sostentamento della vita umana.

I rischi di un progressivo degrado

Le zone non desertiche ma caratterizzate da vari gradi di limitata disponibilità di risorse idriche, sono invece abitate e capaci di sostenere in varia misura la vita di piante ed animali. È in queste aree, dove le risorse idriche sono scarse e dove le attività produttive sono intense che

maggiormente si determina il rischio della desertificazione. **La desertificazione non interessa quindi i deserti e non rappresenta il rischio di creare nuovi deserti, ma piuttosto il rischio di un progressivo degrado che può determinare perdita di biodiversità e ridurre la capacità di un territorio di sostenere le attività produttive necessarie alla vita umana.**

I processi fisici, chimici e biologici che possiamo considerare causa della desertificazione sono molteplici: erosione (figura 2), salinizzazione e perdita di sostanza organica del suolo, deforestazione e urbanizzazione, sfruttamento non sostenibile delle risorse idriche e del suolo. Acqua, suolo e vegetazione costituiscono il capitale naturale che non può essere dilapidato ma deve essere gestito ed utilizzato in modo sostenibile per tutelare la popolazione presente e futura del nostro pianeta.

Pratiche e politiche sbagliate

Pratiche e politiche sbagliate hanno causato desertificazioni con conseguenze talmente importanti da cam-

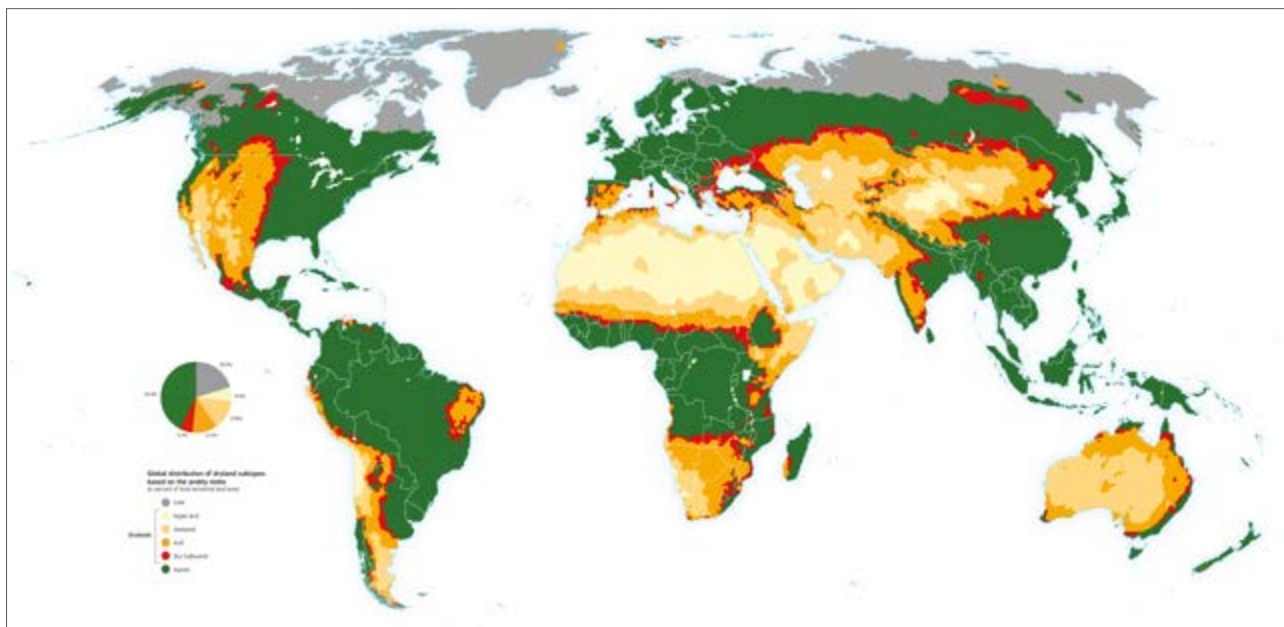


Fig.1 Distribuzione globale dell'indice di Aridità relative al periodo 1981-2010 (fonte: World Atlas of Desertification, <https://wad.jrc.ec.europa.eu/patternsaridity>)

biare la storia di interi popoli. E' il caso della Mesopotamia, nota nell'antichità come "Mezzaluna fertile", compresa fra i fiumi Tigri ed Eufrate. In Mesopotamia circa 10000 anni fa è nata l'agricoltura e la pratica dell'irrigazione. Proprio a causa di questa pratica i terreni agricoli sono progressivamente diventati sterili perché la forte evaporazione ha concentrato i



Fig.2 . Erosione del suolo provocata dallo scorrimento dell'acqua piovana su terreni agricoli

sali, contenuti nell'acqua irrigua, negli strati superficiali del terreno. Le foreste sono scomparse a causa del loro intenso uso a fini energetici. Lo sfruttamento delle risorse naturali ha permesso la vita e la ricchezza degli antichi imperi Assiri e Babilonesi per secoli e secoli, ma la desertificazione ha contribuito infine al declino di quelle civiltà. Ancora oggi i suoli degradati ed impoveriti non consentono la crescita della ricca vegetazione naturale di cui i testi antichi ci hanno tramandato la memoria.

Per venire ai giorni nostri, invece, possiamo ricordare la storia del **lago d'Aral**, situato al confine tra Uzbekistan e Kazakistan che rappresenta **un altro caso drammatico di desertificazione**. Nel 1960 il lago d'Aral era tra i più grandi del mondo, con una superficie di 68.000 Km² (figura 3). Oggi il 75% del lago si è prosciugato ed al suo posto restano solo sabbia, sale e scheletri di navi arenate che un tempo erano usate per le attività di pesca.

La riduzione della portata del lago è iniziata quando l'Unione Sovietica re-

alizzò il progetto per deviare il corso di due fiumi che si immettevano nel lago, per irrigare i campi delle nuove coltivazioni intensive di cotone, impiantate nella limitrofa area arida dell'Uzbekistan. A causa dell'evaporazione naturale e della sensibile riduzione della portata di immissione di acqua, il lago ha iniziato quindi inesorabilmente a prosciugarsi. Evaporata l'acqua, sul terreno è rimasta solo sabbia mista a polveri cariche di sostanze inquinanti. Distrutto il lago, dopo il crollo dell'Unione Sovietica, anche la produzione del cotone è progressivamente diminuita a causa del successivo degrado del suolo e degli alti costi di gestione del sistema irriguo.

Questi due esempi del passato confermano che **le zone climaticamente aride sono molto fragili e vulnerabili, ma anche alcune zone umide, come ad esempio l'Islanda possono essere diventate fragili a causa dell'insostenibile pressione delle attività umane, in particolare della pastorizia. Un eccessivo carico di animali è causa di intensa erosione**

e perdita della sostanza organica dei suoli che in molti casi non è possibile ripristinare.

Una minaccia a livello globale

Il rischio della desertificazione è attualmente riconosciuto come una minaccia a livello globale. Sono state attivate importanti azioni politiche nazionali ed internazionali per fronteggiarlo e contenerlo. La Convenzione delle Nazioni Unite per la lotta alla Desertificazione (UNCCD), stabilita sin dal 1992, ha promosso la nascita di piani di azione in risposta alle emergenze nazionali e alle necessità di coordinamento internazionale. Malgrado l'attivazione di risorse e finanziamenti e la mobilitazione di grandi coalizioni in soccorso dei Paesi maggiormente colpiti dalla desertificazione, l'azione di contrasto si è scontrata da subito, con le peculiarità

di un problema che affligge particolarmente i Paesi più poveri e le aree rurali.

La lotta alla desertificazione richiede modelli sostenibili di agricoltura e di uso del territorio e l'impiego di tecnologie moderne in abbinamento a tecniche tradizionali, ma anche l'incremento delle risorse e la massima priorità per affrontare il binomio "desertificazione e povertà", ormai in una relazione biunivoca di causa/effetto.

La UNCCD coordina gli sforzi internazionali per affrontare la difficile situazione che minaccia soprattutto i Paesi poveri del mondo. Risultati positivi ci sono stati ma le risorse messe a disposizione non sono ancora sufficienti per contenere i processi di desertificazione e le loro conseguenze, inclusi i presenti e futuri conflitti e le migrazioni innescate da cause "ambientali". Bisogna fare presto e bene



Fig.3 . Estensione del lago D'Aral nel 2010 e suoi confini nel 1960 (Fonte: <https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/AralSea>),

perché i cambiamenti climatici incombono e saranno causa di ulteriori rischi di degrado per il fragile pianeta che ci ospita.

Per info: maurizio.sciortino@enea.it

Trasferire tecnologie innovative ai Paesi in via di sviluppo per contrastare il climate change

Per progettare e realizzare azioni di contrasto agli impatti dei cambiamenti climatici nei Paesi più poveri e minacciati, l'ENEA ha costituito un'apposita 'Sezione Trasferimento tecnologico verso i Paesi in Via di Sviluppo' all'interno del Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali. Le attività della Sezione si svolgono nell'ambito degli impegni nazionali previsti dalla Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite (UNFCCC) e delle collaborazioni in atto con le amministrazioni dello Stato competenti, con particolare riferimento al Ministero della Transizione Ecologica. A livello operativo, ENEA assicura supporto tecnico-scientifico-operativo nelle attività di collaborazione bilaterale e multilaterale sui cambiamenti climatici sottoscritte tra il MITE e i PVS e per la definizione, pianificazione e realizzazione degli interventi di trasferimento tecnologico nei PVS. La Sezione svolge inoltre attività di analisi e valutazione dell'impatto socio-economico ed ambientale di processi di decarbonizzazione e sviluppo sostenibile nei PVS e fornisce supporto tecnico-scientifico al MITE nella pianificazione della attività nazionali in ambito UNFCCC ed Unione Europea.

Il mare: non solo vacanze, non solo estate!

Per molti di noi il mare evoca l'estate e le vacanze: spiagge dove fare il bagno e giocare in libertà; una barca a vela con cui sfrecciare sull'acqua; una bella passeggiata sulla riva a respirare a pieni polmoni. Ma il mare è tanto di più! Cerchiamo di scoprire insieme quanto è ricco ed importante l'ambiente marino delle coste italiane, che cosa ne minaccia la sopravvivenza e come fare per salvaguardarlo.

DOI 10.12910/EAI2021-050 / ENEA PER LA SCUOLA PRIMARIA

di Carla Creo - Sezione Supporto al coordinamento delle attività sull'Economia Circolare

Oltre i due terzi della superficie del nostro pianeta sono ricoperti da distese di acqua, chiamate genericamente "mare", ma dove possiamo distinguere gli oceani, che hanno una vasta estensione e separano i continenti (Asia, Americhe, Europa, Africa), e i mari, che hanno minore estensione e sono più delimitati, per esempio il 'nostro' Mar Mediterraneo che tutti conoscete.

Certamente facendo il bagno d'estate qualche volta vi sarà capitato di bere: l'acqua marina è salata! È salata perché contiene sali minerali disciolti, un po' come il sale che si aggiunge all'acqua per cuocere la pasta. Eppure il mare è popolato da tantissimi organismi viventi, dal microscopico plancton alle grandi balene, specie animali come pesci, molluschi, crostacei, meduse, ricci di mare, ecc., e specie vegetali quali alghe e piante marine come la Posidonia, tutte diversissime tra loro, ma tutte abituate a vivere in questo ambiente. Quindi il mare è l'ambiente dove vivono tante specie viventi (habitat), ma anche un paesaggio molto particolare. Se pensiamo ad esempio al mare d'inverno, subito ci viene in

mente il mare agitato, con onde che battono sulle rocce o nei porti e sbalottolano le imbarcazioni ormeggiate. Ma perché il mare diventa agitato? Il vento è il principale responsabile della formazione e del movimento delle onde, dalle piccole increspature della superficie del mare quando spira una brezza leggera, alle gigantesche onde dell'oceano quando è sconvolto da un uragano.

E quando siete sulla spiaggia, è facile vedere tanti ragazzi che si divertono a tuffarsi nelle onde, o chi è bravissimo a cavalcare la cresta dell'onda sul suo "surf". Ma bisogna stare molto attenti! La forza del vento viene scaricata sulla spiaggia e sugli scogli si trasforma nell'onda spumeggiante.

Il mare ha una grandissima importanza per noi e il nostro pianeta: è stato all'origine della vita e rappresenta una grande fonte di cibo. Per questo è una ricchezza da preservare e non inquinare: se l'acqua del mare è pulita e sana, può ospitare una maggiore varietà di specie animali e vegetali, e anche la pesca sarà più abbondante!

L'Italia, che si allunga nel Mar Mediterraneo, con la sua caratteristica

forma a stivale, ha sempre avuto uno stretto rapporto con il mare: sono tante le regioni italiane che si affacciano sul mare, il Mar Tirreno a Ovest, il Mar Adriatico e il Mar Ionio a Est, quindi in queste regioni il turismo balneare acquista grande importanza economica. Ed è anche per questo che nel nostro Paese la tutela e la valorizzazione dell'ambiente marino rivestono una particolare importanza.

Che cosa è negativo per il mare

Purtroppo però le attività umane possono rappresentare una minaccia per l'ecosistema marino, ossia l'insieme costituito dall'ambiente marino e dalle specie animali e vegetali che in esso vivono e si riproducono.

Vediamo insieme quali sono le attività che più delle altre hanno effetti negativi sul mare:

- lo sviluppo delle città e l'aumento della popolazione;
- le industrie;
- l'agricoltura;
- la pesca e l'acquacoltura (cioè l'allevamento di specie destinate all'alimentazione);
- il commercio marittimo;



- il turismo.

L'inquinamento delle acque marine si verifica quando l'uomo vi introduce sostanze che possono essere tossiche per gli organismi che ci vivono, oppure microbi e batteri che possono causare malattie all'uomo. Pensiamo, ad esempio, agli scarichi delle fogne, agli impianti industriali ma anche agli sversamenti di petrolio causati dalle operazioni di lavaggio delle cisterne delle navi o da incidenti a seguito dei quali servono decenni per riparare i danni. Un esempio è il disastro della superpetroliera Exxon Valdez che nel 24 marzo 1989 si incagliò nel golfo dell'Alaska versando in mare oltre 40 milioni di litri di petrolio con conseguenze gravissime: vennero uccisi oltre 250.000 uccelli marini, 2.800 lontre, 300 foche, 250 aquile di mare Testabianca, 22 orche e miliardi di uova di salmone e aringa. I danni ambientali che ne conseguirono costrinsero il governo degli Stati Uniti a

rivedere i requisiti di sicurezza delle petroliere e ad assegnare i costi delle operazioni di pulizia della costa alle compagnie petrolifere.

E purtroppo quel disastro non è un caso isolato. Due anni dopo, nelle acque di fronte a Genova, un incidente della superpetroliera Haven provocò quattro vittime e il più grave disastro ecologico nel Mar Mediterraneo. Bruciarono circa 90.000 tonnellate di petrolio greggio e una parte del carico è deposto tuttora negli alti fondali tra Genova e Savona.

La plastica

Un altro esempio che certamente conoscete tutti perché molto visibile è l'inquinamento da plastica. I rifiuti che si ritrovano nel Mar Mediterraneo per la gran parte sono costituiti da plastica, che essendo molto leggera viene trasportata per migliaia di chilometri.

Spesso, facendo una passeggiata sulla

spiaggia, soprattutto d'inverno, ci rendiamo conto della quantità di rifiuti galleggianti lungo la costa o di rifiuti abbandonati sulla sabbia: sacchetti di plastica, bottiglie e altri contenitori, ciabatte, pezzi di giocattoli, **materie che non vengono decomposti dai microrganismi e che rimarranno lì per anni.**

L'inquinamento da plastica, oltre ad imbruttire il paesaggio, ha effetti negativi soprattutto sulle specie animali che vivono nel mare. Ad esempio, le tartarughe marine sono spesso vittime di soffocamento a causa dell'ingestione delle plastiche. Inoltre, le tonnellate di plastica rilasciano nel mare molte sostanze inquinanti che possono avere effetti tossici sugli organismi viventi.

Se ci sono città molto popolate vicino al mare, è più frequente ritrovare grandi quantità di rifiuti galleggianti lungo le coste, così come lungo le rotte di navigazione dei traghetti, delle navi mercantili, dei pescherecci.

E' vero che esistono leggi che proibiscono di abbandonare la plastica in mare, ma spesso nessuno controlla; inoltre siamo proprio noi cittadini, famiglie, ragazzi, a farlo, magari dopo un buon pranzetto sotto l'ombrello: sarebbe molto importante che ognuno portasse via con sé i rifiuti prodotti dopo una giornata al mare, differenziandoli accuratamente in modo da poter poi riciclare i materiali adatti (carta-vetro-plastica-organico).

Che cosa è positivo per il mare - La Posidonia

La *Posidonia oceanica* è una pianta marina tipica del Mediterraneo che forma delle vere e proprie "praterie": in esse si rifugiano pesci, molluschi e crostacei; fornisce nutrimento a numerosi animali erbivori e infine arricchisce di ossigeno l'acqua del mare. La Posidonia, con le sue radici intricate, contribuisce a stabilizzare il fondale marino e aiuta a ridurre l'in-

tensità del moto ondoso sulle coste, che così non vengono "consumate" dall'erosione dell'acqua. Come tutte le piante, anche la Posidonia ciclicamente perde le foglie più vecchie, che si accumulano lungo le coste e sulle spiagge in grandi quantità, costituendo dei cumuli alti fino a 1 metro! Questi cumuli dagli esperti sono chiamati "banquette" e rappresentano un'importante protezione per le spiagge, poiché limitano i danni provocati dalle violente mareggiate. Purtroppo i turisti spesso non gradiscono questa presenza sulle spiagge: le foglie sul bagnasciuga possono dare fastidio, e molti le considerano 'sporche', anche se invece si tratta di un fenomeno del tutto naturale! Così i gestori degli stabilimenti balneari, per dare un aspetto più pulito e ordinato alla spiaggia prima della stagione estiva, le fanno portare via, talvolta spendendo anche molti soldi. Per asportare i cumuli di Posidonia, inoltre, si utilizzano mezzi molto pesanti, come i trattori, che calpestando

e compattano la sabbia, distruggendo l'habitat di uccelli (come il fratino) che nidificano proprio sulla sabbia.

È molto importante invece sapere che le *banquette* non devono essere considerate dei rifiuti! Oltre alle funzioni già indicate di nutrimento per le specie marine e di protezione delle spiagge dalle mareggiate, danno anche un aspetto molto caratteristico al paesaggio costiero, perché possono raggiungere frequentemente diversi metri di altezza!

Ecco, abbiamo esplorato insieme tanti aspetti poco conosciuti del mare: adesso tocca a voi "adottare una spiaggia" e considerarla un po' come casa vostra, lasciandola pulita, non portando via conchiglie né sassi, rispettandola e facendola rispettare anche ai nostri familiari.

Per info: carla.creo@enea.it

Microplastiche, una presenza sempre più diffusa negli ecosistemi acquatici

Non possiamo più farne a meno! Sì, è vero: della plastica, o meglio di quel mondo di polimeri che chiamiamo plastica, non possiamo più fare a meno. Molti oggetti della vita quotidiana sono realizzati con materiali polimerici: dai vestiti che indossiamo, alla penna con la quale scriviamo, allo zaino per la scuola, alle bustine di patatine e snack che sgranocchiamo a merenda! Non potendo più vivere senza la plastica, dobbiamo imparare a convivere e ad utilizzarla al meglio, impegnandoci a ridurre il consumo e, in particolare, a eliminarla nel modo corretto: non abbandonarla, ma differenziarla nel modo giusto. Oggi, purtroppo, molti oggetti realizzati con questo materiale indistruttibile, resistente e con un periodo di vita molto lungo, sono ancora dispersi nell'ambiente. E, anche se la portata dell'inquinamento dovuta alle MP è ancora in fase di studio, rappresenta purtroppo una subdola minaccia per gli organismi sia marini che terrestri, compreso l'uomo.

DOI 10.12910/EAI2021-051 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

di Marinella Abbate, Federica Colucci e Maria Sighicelli - Laboratorio di Biodiversità e Servizi Ecosistemici

In ENEA, stiamo studiando da alcuni anni il 'viaggio' di frammenti di plastica nei mari, nei fiumi, nei laghi e sulle spiagge del nostro Paese. Questi frammenti di dimensioni inferiori ai 5 mm, sono chiamati appunto microplastiche (MP). Come gli altri detriti di plastica, le microplastiche sono osservabili in tutti le parti dell'ambiente acquatico: in superficie, sul fondo, nella colonna d'acqua e nelle spiagge.

Le MP possono avere una duplice origine: primaria e secondaria. Le MP primarie arrivano nelle acque già molto piccole: sono quelle ad esempio contenute in alcuni cosmetici (da gennaio 2020 è stata vietata la commercializzazione di alcune tipologie di cosmetici contenenti MP!) o rilasciate dai lavaggi in lavatrice o dall'u-



Fig.1 Pellets sulla spiaggia di San Rossore nel Parco Naturale di Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli (Toscana)



Fig.2 Logo del progetto LIFE Blue Lakes

sura degli pneumatici o dai campi di calcio in erba sintetica! Per le loro dimensioni, questi frammenti sfuggono ai normali sistemi di depurazione delle acque reflue e attraverso i corsi d'acqua interni terminano il loro viaggio nei mari e nei laghi, diventando un serio problema per la nostra salute e per l'ambiente. Appartengono alle MP primarie anche i 'pellets' ovvero granuli un po' più grandi (2-5 mm di diametro) che vengono utilizzati dall'industria per produrre oggetti in plastica (Fig.1). Questi possono essere facilmente dispersi nell'ambiente durante il trasporto o le fasi di lavorazione. Le MP secondarie, invece, derivano dalla frammentazione, operata nel tempo, di oggetti di plastica abbandonati e dispersi nell'ambiente dove sono esposte a condizioni che ne possono accelerare o rallentare il degrado fisico e chimico e la successiva frammentazione in particelle sempre più piccole. **La portata dell'inquinamento dovuta alle MP è ancora in fase di studio, ma**

rappresenta purtroppo una subdola minaccia per gli organismi sia marini che terrestri, compreso l'uomo. L'impatto che le MP possono avere sugli organismi sono molteplici e possono essere di tipo fisico (ostruzione, soffocamento), chimico (rilascio e accumulo di sostanze tossiche) e biologico (diffusione di specie aliene e agenti patogeni).

Uno degli aspetti più preoccupanti è dato dalle sostanze chimiche presenti 'nelle' o 'sulle' MP che, una volta rilasciate all'interno dell'organismo, infatti, possono trasferirsi e accumularsi lungo la catena alimentare e avere effetti tossici.

Il monitoraggio delle MP: l'attività di ENEA nei mari e nei laghi

Monitorare la presenza di MP nei mari, laghi, fiumi e sulle spiagge del nostro Paese è fondamentale per riuscire a comprendere la loro origine e diffusione e a valutare l'entità del problema, la qualità degli ambienti, gli effetti causati sull'ecosistema. Monitorare significa prelevare periodicamente campioni di acqua e di sabbia, nei diversi periodi dell'anno, per esaminare la quantità delle microplastiche che sappiamo variare durante l'anno, in relazione anche alla presenza e all'attività dell'uomo.

I campioni raccolti vengono analizzati in laboratorio sia per determinare il numero delle MP sia per classificarle in base alla loro forma e al tipo di polimero che le costituisce. Anche se di piccole dimensioni, le MP hanno forme diverse quali frammenti, film, filamenti e ball (come le palline di polistirolo) che ci forniscono indicazioni sulla loro origine e la possibile fonte di inquinamento. **Nel mar Mediterraneo, relativamente piccolo e semichiuso, sono state rilevate le concentrazioni di MP tra le più elevate al mondo!** ENEA, in collaborazione con l'Istituto di Scienze Marine del CNR, ha effettuato uno studio in alcune spiagge marine situate nel Nord Ovest del mar Mediterraneo, all'interno del Santuario Pelagos, area marina protetta internazionale frequentata da diverse specie di cetacei. Sono state messe a confronto spiagge con caratteristiche morfologiche simili, sia naturali situate in Riserve o Parchi Marini che spiagge urbanizzate (spiagge libere frequentabili) e urbane (con strutture balneari). Nelle spiagge naturali e protette sono state individuate le concentrazioni più elevate di MP e questo probabilmente è dovuto al fatto che le misure di protezione impediscono sia la frequentazione che purtroppo la rimozione dei rifiuti.

Nelle spiagge urbanizzate e soprattutto



Fig.3 Campionamento autunnale al lago di Bracciano (Roma)

in quelle urbane le MP sono risultate meno abbondanti nonostante siano presenti sia rifiuti plastici che arrivano dal mare che quelli lasciati dai bagnanti. In queste spiagge però, soprattutto nella stagione estiva, viene effettuata più o meno regolarmente un'operazione di pulizia e rimozione dei rifiuti. Le MP, per le loro dimensioni, sfuggono alle operazioni di pulizia e la loro abbondanza e distribuzione è influenzata prevalentemente dall'apporto diretto del mare più che dal degrado 'in situ' di oggetti più grandi. I risultati di questo studio ci fanno riflettere sul fatto che le aree protette potrebbero rap-

presentare un potenziale 'serbatoio' di MP per le aree circostanti.

Anche i laghi possono essere serbatoio o fonte di MP. Nell'ambito del progetto LIFE Blue Lakes¹ (Fig 2), ENEA coordina il monitoraggio stagionale delle MP nelle due aree pilota del progetto, i laghi di Bracciano (Lazio) e Trasimeno (Umbria) (Fig.3). I campionamenti prevedono non solo il prelievo di acque superficiali e nella colonna d'acqua ma anche dei sedimenti delle spiagge dei due laghi. Quest'ultimo viene effettuato per valutare, oltre alla quantità delle MP presenti, la complessa dinamica di scambio tra l'ambiente terrestre e quello

acquatico al fine di migliorare la comprensione dei percorsi delle MP negli ecosistemi lacustri.

L'obiettivo delle campagne di monitoraggio delle acque e dei sedimenti è di giungere alla stesura di un protocollo di campionamento e analisi delle MP che sarà poi condiviso con le autorità competenti in Italia e Germania e proposto nei programmi di monitoraggio per la valutazione dei livelli di MP negli ecosistemi lacustri.

Per info: federica.colucci@enea.it

Il ruolo degli ecosistemi acquatici negli equilibri del pianeta

Gli ecosistemi sono comunità di esseri viventi che convivono in un determinato ambiente e sono preziose 'casaforti' per preservare la diversità delle specie animali e vegetali: a livello scientifico, comprendere i processi naturali e le interconnessioni negli ecosistemi è il presupposto per valutare correttamente il buono stato di qualità dell'ambiente e per definire criteri e politiche per conservare e salvaguardare la biodiversità e l'utilizzo sostenibile delle risorse.

Quando si parla di ecosistema acquatico, quindi, si parla di un insieme di esseri viventi che coesistono e si sviluppano nelle acque salate (mare e oceani) o dolci (lagune, fiumi, torrenti e laghi). In particolare, le acque dolci, pur rappresentando una porzione limitatissima dell'acqua presente sul pianeta, ospitano circa il 10% di tutte le specie acquatiche. Gli ecosistemi acquatici svolgono inoltre un ruolo significativo nella stabilizzazione delle emissioni di gas serra e nel mitigare gli impatti del cambiamento climatico oltre che per diverse attività umane, in primis l'approvvigionamento idrico.

Sono proprio queste attività a rappresentare una minaccia crescente per gli ecosistemi acquatici in questi ultimi anni a causa della frammentazione e trasformazione territoriale (bonifiche, urbanizzazione), a scala regionale/ di paesaggio e, a livello locale; l'inquinamento di origine antropica, derivante anche dall'utilizzo di fertilizzanti e pesticidi; l'introduzione di specie alloctone invasive; le captazioni idriche per attività zootecniche e agricole; la modificazione dell'idromorfologia dei fiumi prevalentemente per la produzione di energia.

L'analisi, la conservazione, la protezione e la valorizzazione di ecosistemi acquatici con un approccio integrato e multidisciplinare è una delle attività sviluppate nell'ambito del Dipartimento Sostenibilità dei sistemi produttivi e territoriali dell'ENEA, con l'obiettivo di conoscere e valutarne la resilienza per prevenire e mitigare la perdita di biodiversità, assicurare una gestione sostenibile delle risorse e definire misure per salvaguardarne il valore intrinseco e la funzione ecologica, sociale ed economica.

1. Il progetto, finanziato dal programma LIFE dell'Unione Europea, è coordinato da Legambiente, cofinanziato da PlasticsEurope e vede la partecipazione di ENEA, Arpa Umbria, Autorità di Bacino dell'Italia Centrale, Global Nature Fund, Lake Constance Foundation e Università Politecnica delle Marche.

Alla scoperta del "nuovo" coronavirus: domande e risposte

Che cosa è il Coronavirus che ha causato la pandemia da COVID-19? Come è possibile individuarne la presenza nel corpo umano? E perché è importante monitorare la popolazione? Sono alcune delle domande alle quale si propone di rispondere questo articolo che fornisce anche alcune indicazioni utili per proteggere noi stessi e gli altri dall'infezione dal SARS-CoV-2, il Coronavirus scoperto nel 2019 che è diventato il nuovo 're' dei virus respiratori.

DOI 10.12910/EAI2021-052 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

di Ilaria De Stefano, Flavia Novelli, Emanuela Pasquali - Laboratorio Tecnologie Biomediche

Le malattie umane causate dai virus sono molte e comprendono la maggior parte dei disturbi di stagione, come il raffreddore, l'influenza, le faringiti e le gastroenteriti; varie malattie tipiche dell'infanzia come il morbillo, la varicella e la rosolia e patologie più serie come epatiti, papillomi, herpes, poliomielite, rabbia e AIDS. Fortunatamente, la maggior parte delle infezioni virali possono essere controllate dal sistema immunitario, che si attiva subito quando l'organismo entra in contatto con il virus. A volte, purtroppo, i nostri meccanismi di difesa non sono efficaci perché alcuni virus, modificando continuamente le loro caratteristiche, diventano più aggressivi e più inattaccabili.

I virus sono i più piccoli tra i microorganismi generalmente dannosi per l'uomo e si trasmettono da una persona ad un'altra in molti modi diversi. Possono essere ingeriti con l'acqua e gli alimenti; possono essere trasmessi attraverso scambi di saliva; alcuni vengono dispersi nell'aria tossendo o starnutando e, quindi, possono essere inalati da persone vicine, cosa che avviene tipicamente nei virus

respiratori responsabili dell'influenza, del mal di gola e del raffreddore. Una caratteristica dei virus è che generalmente ciascuno di essi infetta solo un particolare tipo di cellula, ad esempio i virus del raffreddore infettano solo le cellule della mucosa nasale e delle vie aeree superiori. **Non tutti i virus comunque, sono pericolosi o causano un'infezione nell'uomo, possono verificarsi situazioni diverse e malattie più o meno gravi, con sintomi evidenti oppure asintomatiche, cioè senza la manifestazione dei sintomi.**

Che cosa sono i Coronavirus e come possiamo difenderci

I Coronavirus sono virus che circolano tra gli animali ma possono infettare anche l'uomo. In particolare, in Cina, nel 2019 è stato scoperto un nuovo Coronavirus, denominato SARS-CoV-2, che è diventato il nuovo 're' dei virus respiratori; altamente infettivo, possiede sulla sua superficie una 'chiave' perfetta, chiamata Spike, che gli consente di aprire la «porta» d'accesso per il virus, la cosiddetta ACE-2. Il SARS-CoV-2 cau-

sa la malattia chiamata COVID-19 che si manifesta come un'influenza, ma molto più complicata da sconfiggere, perché causa gravi problemi cardio-respiratori e colpisce soprattutto le persone anziane e quelle affette da patologie cardiache e respiratorie.

Come possiamo difenderci da questa infezione? Proteggendo la bocca ed il naso con le mascherine e prestando particolare attenzione all'igiene delle mani che sono la parte del corpo che entra più facilmente in contatto con il viso. Come possiamo capire se siamo infetti o se lo siamo stati? Per il nuovo Coronavirus, come per gli altri virus che colpiscono le vie respiratorie, esistono due metodi: il tampone ed il test sierologico.

Il tampone è l'esame diagnostico di riferimento per rilevare la presenza del SARS-CoV-2. Si esegue inserendo e strofinando leggermente un bastoncino cotonato, simile al cotton fioc, nella bocca (tampone oro-faringeo) e nel naso (tampone rino-faringeo). Il campione raccolto è composto da cellule superficiali, muco e particelle virali (se presenti). **La presenza del virus si potrà rilevare o tramite**

“test rapido”, utilizzando anticorpi specifici per molecole presenti sulla superficie delle particelle virali, oppure tramite “test molecolare”, che evidenzia il materiale genetico (RNA dall'inglese RiboNucleic Acid) del virus. In quest'ultimo caso, l'RNA virale viene estratto dal campione raccolto e mediante una specifica tecnica molecolare (Reazione a Catena della Polimerasi in tempo reale, RT-PCR), che permette di amplificare e quantificare il materiale genetico del virus, sarà evidenziata la presenza del virus all'interno delle cellule, anche quando la carica virale (cioè il numero di particelle virali presenti) e, di conseguenza, la quantità di RNA sono molto basse. Il tampone fornisce, quindi, una diagnosi di certezza sia dell'infezione che della sua assenza o dell'avvenuta guarigione dal COVID-19.

Diversamente dal tampone, che fornisce “un'istantanea” dell'infezione, il test sierologico “racconta la storia della malattia” e serve per individuare le persone che sono state colpite ma non manifestano o hanno avuto sintomi blandi dell'influenza. I test sierologici vengono eseguiti sul sangue, rilevano anticorpi prodotti dal nostro organismo e diretti contro il virus e possono essere sia qualitativi rapidi (ci dicono solo se siamo entrati in contatto con il virus e se abbiamo prodotto anticorpi) sia quantitativi (quanti anticorpi abbiamo prodotto).

Prevenzione e monitoraggio

Ma cosa sono gli anticorpi? Gli anticorpi (o immunoglobuline, Ig) sono

quelle proteine, prodotte dal sistema immunitario che aiutano il corpo a identificare gli agenti patogeni come il SARS-CoV-2. Si legano a specifiche molecole presenti sulla superficie del patogeno (dette antigeni, Ag) e permettono alle cellule del sistema immunitario di riconoscere “l'invase” per distruggerlo. Se è in corso un'infezione, il corpo produce inizialmente le IgA (presenti nelle mucose e nelle secrezioni) e le IgM. Questi 2 anticorpi sono indicatori di infezione recente e compaiono al 4°-6° giorno dalla comparsa dei sintomi. Dopo circa 15 giorni dalla prima esposizione all'Ag del patogeno, vengono prodotte le IgG (retroguardia del sistema immunitario e indicatori di infezione passata), che combattono il virus. Mentre le IgA e le IgM scompaiono dopo qualche settimana, le IgG rimangono nel corpo per lungo tempo (immunoglobuline di memoria) e quindi si possono ritenere una misura affidabile per indicare se si è avuta la malattia e/o si è sviluppata un'immunità al SARS-CoV-2. Ecco quindi che, se il test identifica la presenza di IgM, queste sono un campanello di allarme perché suggeriscono un'infezione attuale o molto recente, se invece identificano le IgG si può parlare di avvenuto contatto con il virus e di infezione passata.

Perché è importante essere monitorati e sottoporsi a questi test? Perché, attraverso il monitoraggio, è possibile individuare le persone colpite dal virus in modo da evitare che ne contagino altre. **Gli scienziati programmano le campagne di monitoraggio**

cercando di testare non solo le persone che presentano i sintomi della malattia ma anche gli asintomatici.

Per limitare in modo significativo i contagi si potrebbe testare tutta la popolazione di un paese, ma questa strategia è poco attuabile perché è molto costosa e andrebbe a sovraccaricare di lavoro tutto il personale sanitario come biologi, medici ed infermieri. **Per questo motivo i test si eseguono solo dove si è verificato un elevato numero di casi, i cosiddetti focolai, che più frequentemente si sono riscontrati nelle scuole, nelle residenze per anziani o in piccole aree geografiche.**

Quindi come affrontiamo questo nuovo problema sanitario? In attesa che venga vaccinata gran parte della popolazione e che vengano scoperte cure sempre più efficaci, non ci resta che gestire questa infezione in modo sostenibile cercando di contenere la diffusione del virus, utilizzando dei sistemi di protezione come le mascherine per tutelare noi stessi e gli altri e monitorando la popolazione. **La prevenzione e il monitoraggio sono quindi molto importanti per difendersi dal rischio di contagio dai virus, anche da quelli che potrebbero svilupparsi in futuro.**

Per info: ilaria.destefano@enea.it

BIBLIOGRAFIA

1. Giuseppe Pascarella et al. COVID-19 diagnosis and management: a comprehensive review J Intern Med 2020 Aug;288(2):192-206.
2. Abul K. Abbas, Andrew H. Lichtman, Jordan S. Pober Immunologia cellulare e molecolare Piccin editore ISBN 88-299-1622-6

Dalla salute dell'oceano dipende il destino della Terra

Il cambiamento climatico indotto dall'uomo sta causando riscaldamento globale ed acidificazione degli oceani, con conseguente perdita di biodiversità. Nei giovani c'è la forte consapevolezza che questa problematica non può più essere ignorata e a loro vanno date tutte le possibili vie della conoscenza e gli strumenti affinché con le loro azioni possano cambiare il modo di gestire le risorse del pianeta. Perché è da questo che dipende il nostro futuro.

DOI 10.12910/EAI2021-053 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO

di Chiara Lombardi - Laboratorio biodiversità e servizi ecosistemici

Il periodo storico che stiamo vivendo oggi è, in particolare per i giovani, un periodo difficile, pieno di ombre e di preoccupazioni sul futuro a causa della crisi climatica globale in atto che ha gravi e manifeste conseguenze sulla vita dell'uomo. Però è proprio dai giovani che nasce la volontà di reagire e costruire un percorso di resilienza attraverso la richiesta, a gran voce, di attuare un radicale cambiamento delle politiche di gestione climatica. **Nei giovani c'è la forte consapevolezza che il problema climatico non può più essere ignorato perché dalla Terra dipende il nostro futuro. E questa consapevolezza rappresenta la scintilla per il cambiamento.**

Che cosa ci racconta la storia

Alla fine del 1700 un pensatore, di nome Shelling, esprimeva un concetto molto attuale: "noi siamo identici alla Natura". Ma che cosa significa essere 'identici' alla Natura? L'uomo moderno (*Homo sapiens sapiens*), che fa la sua comparsa circa 35.000 anni fa, non è che una delle specie viventi sulla Terra. La varietà di forme di vita

sul nostro pianeta – nota come biodiversità – si stima in circa 10 milioni di specie viventi di cui, quelle conosciute, sono meno di 2 milioni. Queste specie, presenti nei diversi comparti, acqua, terra e aria, interagiscono con l'ambiente in cui vivono, creano connessioni, scambi di materia ed energia, costituendo così gli ecosistemi. **E' facile comprendere come l'interazione tra uomo ed ambiente porti a conseguenze non sempre positive. L'impatto causato dalla nostra specie sulla Terra è stato talmente forte da determinare l'inizio di un'era geologica nuova: l'Antropocene¹.**

I 4.6 miliardi di anni del nostro pianeta, infatti, sono stati suddivisi dagli studiosi, in particolare dai geologi, in categorie temporali, dalle più ampie alle più ridotte: era, periodo, epoca ed età, ciascuna delle quali è stata caratterizzata da un particolare evento. Lo studio delle rocce e dei fossili ha consentito di individuare fenomeni geologici o eventi biologici che hanno determinato la storia della Terra, con la progressiva comparsa ed estinzione, lungo il percorso, di diverse specie. L'impatto della specie umana sulla Terra è tangibile e misurabile, a tal

punto dall'aver indentificato questa 'impronta' con l'avvio dell'Antropocene, il cui inizio viene fatto coincidere con il rilascio dei primi radionuclidi artificiali a seguito dell'esplosione della bomba nucleare di Alamogordo, in Messico (16 luglio 1945).

L'importanza dell'oceano nel sistema climatico terrestre

Da allora in avanti, le tracce lasciate dall'uomo sul pianeta sono diventate misurabili ed il suo impatto è stato ed è tale da modificare il funzionamento del 'sistema climatico.' In condizioni naturali, il clima del nostro pianeta dipende dai cosiddetti *forzanti esterni naturali*, cause esterne al sistema Terra, tra cui i cambiamenti nella tettonica delle placche, nell'orbita terrestre e nell'intensità della radiazione solare, che agiscono sui diversi comparti del sistema climatico quali l'atmosfera, la vegetazione, la superficie terrestre, il ghiaccio e l'oceano. Le azioni dei forzanti esterni e le interazioni tra i diversi componenti del sistema generano il cambiamento climatico.

Di queste componenti, l'oceano e la criosfera (cioè la parte della Terra ri-



coperta da ghiacci) sono i principali responsabili (per oltre il 95%) della regolazione del clima: l'oceano, infatti, assorbe circa il 93% del calore terrestre e il 25% delle concentrazioni di anidride carbonica (CO_2) dell'atmosfera e, sotto la sua superficie, ospita il più grande e continuo ecosistema del pianeta. **Dalla salute dell'oceano dipende la salute di tutta la Terra.**

Gli ecosistemi marini

In ambiente marino, sia piante che animali, ad ogni latitudine e profondità, sono in grado di creare ecosistemi. Quando pensiamo agli ecosistemi marini, per esempio nel Mar Mediterraneo, ci vengono in mente le verdi praterie di *Posidonia oceanica*, la pianta preziosa che ricopre molti dei nostri fondali, che offre nutrimento e protezione a pesci e invertebrati, come ricci, stelle di mare e cavallucci marini. Inoltre, come tutte le piante, attraverso la fotosintesi clorofilliana

trasforma la CO_2 in ossigeno (O_2), permettendo agli organismi acquatici di 'respirare' e, grazie alle sue radici, protegge la costa dall'azione erosiva delle onde.

Se pensiamo poi ai mari tropicali, un ecosistema noto è il reef a coralli. I coralli 'ermatipici' (cioè che posseggono le micro alghe simbiotiche) formano bellissime architetture sommerse (biocostruzioni), grazie ai loro scheletri a base di carbonato di calcio (CaCO_3), estremamente diversificate in forme e colori, e che sono fonte di cibo e rifugio per moltissimi organismi. Di queste biocostruzioni edificate da altri organismi vegetali ed animali ce ne sono tante in tutti i mari e sono, per la maggior parte, ancora poco conosciute.

Ad esempio, le alghe corallinacee hanno una struttura chiamata tallo (non hanno radici, fusto e foglie come le piante superiori) che contiene CaCO_3 e conferisce loro l'abilità di formare biocostruzioni dalla

superficie del mare fino oltre 100 m. Come tutti i vegetali, le alghe compiono fotosintesi, fornendo O_2 per gli animali e quindi anche per l'uomo. Il tallo delle alghe corallinacee contiene un'alta percentuale di magnesio, elemento che le rende particolarmente vulnerabili all'abbassamento di pH in mare (causando il fenomeno chiamato acidificazione) con conseguenze sulla fauna ad esse associate². Tra gli animali invertebrati, che formano ecosistemi poco conosciuti, troviamo i briozoi (o animali 'muschio' per la loro somiglianza a muschi terrestri). Organismi acquatici coloniali, i briozoi sono distribuiti dai Poli ai Tropici, sia in ambienti superficiali che a profondità abissali, e sono presenti sulla terra da 450 milioni di anni. Tra le numerose specie di briozoi, la maggior parte è dotata di uno scheletro a base di CaCO_3 che, o come singola specie o attraverso l'aggregazione di più specie, dà origine a biocostruzioni³. Queste, di dimensioni da pochi

cm fino a km di estensione, formano il loro scheletro utilizzando il carbonio (C) disciolto in acqua e promuovono la biodiversità ospitando moltissimi organismi.

Il cambiamento climatico e gli ecosistemi marini

Come ampiamente accettato dalla comunità scientifica e dalla maggior parte dei decisori politici, il cambiamento climatico di origine antropica, cioè originato dall'aumento delle emissioni dei gas serra (GHG) in atmosfera, in particolare della CO₂, ha due principali effetti: riscaldamento globale ed acidificazione degli oceani. Dunque gli effetti del cambiamento climatico indotto dall'uomo hanno un importante impatto sugli ecosistemi: alterano la struttura della comunità ad essi associata con conseguente perdita di biodiversità.

Per ridurre i cambiamenti che stiamo causando nell'oceano e gli impatti sull'ambiente in genere, è assolutamente necessario trasformare e ridurre le emissioni di GHG dovuti alle attività di origine antropica^{4,5}. L'accordo di Parigi, stipulato nel 2015, invita tutte le nazioni ad attuare delle azioni di 'mitigazione', che cioè portino alla riduzione delle emissioni dei gas serra e ad una rimozione attiva degli stessi gas dall'atmosfera.

Nell'oceano esistono due possibili approcci di mitigazione: 1) mantenere l'integrità negli accumulatori naturali di carbonio nelle aree costiere per ridurre i gas serra rilasciati in ambiente marino 2) potenziare e promuovere un prelievo di carbonio aggiuntivo da

parte di ecosistemi marini sia in ambiente superficiale che profondo, al fine di incrementare questa funzione e limitare il riscaldamento globale al di sotto dei 1.5°.

Il lavoro degli scienziati presentato nei report dell'*International Panel on Climate Change* (IPCC) nel 2019⁷ evidenzia come l'impatto del cambiamento climatico sulla vita dell'uomo dipenda dalla protezione degli ecosistemi naturali. Questi ecosistemi, che forniscono servizi, devono essere protetti e devono diventare parte delle strategie globali per aiutare l'uomo ad adattarsi e rispondere al cambiamento climatico da lui generato.

Il legame tra gli ecosistemi marini e il benessere dell'uomo

La diffusione del COVID-19, che ha costretto una grande parte dell'umanità all'isolamento, non solo dai conspecifici ma anche dall'ambiente naturale, sta avendo effetti sul benessere dell'uomo: da uno studio del 2019 è emerso che trascorrere almeno due ore alla settimana in contatto con la natura rappresenta il tempo minimo, per poter 'stare bene', cioè avere benefici sia in termini di salute che di benessere generale⁸.

Questo 'benessere', inteso come beneficio fisico (riduzione di patologie legate alla pressione sanguigna, cardiache) e psicologico (miglioramento dell'umore, nelle relazioni, riduzione di stati depressivi), dipende dall'ambiente e dai suoi processi, di cui noi, *Homo sapiens sapiens*, siamo parte. Questa funzione o meglio molteplicità di funzioni e servizi offerti dalla natura prendono il nome di servizi ecostemici o *Nature's*

contribution to people^{9,10}, divisi in: servizi previsionali, di regolazione del clima, culturali e di supporto alla promozione di habitat¹¹.

Questo è quello che gli scienziati stanno cercando di comunicare a gran voce da tempo, attraverso l'IPCC che, oltre a riportare gli ultimi studi sugli effetti del cambiamento climatico nell'oceano e sui suoi ecosistemi, spiega le funzioni di alcuni ecosistemi-chiave nel contrastare gli effetti del cambiamento climatico⁷.

Dunque, analogamente ad altri importanti ecosistemi, la degradazione e la successiva perdita degli ecosistemi marini, ancora poco noti e non protetti dalle convenzioni ed organi internazionali,¹² avrà effetto sui servizi ecostemici che essi forniscono, causando una riduzione della biodiversità e delle loro funzioni dell'ecosistema, del loro valore estetico e ricreativo oltre, ovviamente, all'importantissima funzione nel sequestro e intrappolamento del C. Il che implica, per l'uomo, perdita di benessere fisico oltre che economico.

Oggi è nei giovani questa consapevolezza e a loro vanno date tutte le possibili vie della conoscenza perché cambino, con le loro azioni, il futuro della gestione delle risorse della Terra. E' nella natura, nei suoi ecosistemi, il nostro futuro: dobbiamo conoscerli e proteggerli e utilizzarli per le loro funzioni naturali che ci hanno permesso di essere sulla Terra da 35.000 anni. L'oceano e i suoi ecosistemi sono una risorsa preziosa per il nostro benessere e per creare un futuro sostenibile.

Per info: chiara.lombardri@enea.it

BIBLIOGRAFIA

1. Crutzen & Stoermer (2000) The “Anthropocene” Global Change Newsletter 41, The Royal Swedish Academy of Sciences Stockholm, Sweden, 14-17.
2. Ragazzola et al. (2021) A life in the intertidal: Combined effects of acidification and winter heatwaves on a coralline alga (*Ellisolandia elongata*) and associated invertebrate community. *Marine Environmental Research*. In press.
3. Lombardi et al. (2021). Bryozoans: The forgotten bioconstructors. In: *Perspectives on the Marine Animal Forests of the World*. In: Rossi S., Bramanti L. (eds). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57054-5_7.
4. Myhre et al. (2013) Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T. F., D. Qin, G. K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 659–740.
5. UNEP (2017). The Emissions Gap Report 2017. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi [Available at: <http://www.worldcat.org/title/emissions-gap-report-2017-a-un-environment-synthesis-report/oclc/1009432397>].
6. IPCC (2018) Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)].
7. Bindoff et al. (2019). Changing Ocean, Marine Ecosystems, and Dependent Communities. In: Pörtner HO Roberts DC, Masson-Delmotte V, Zhai P, Tignor M, Poloczanska E, Mintenbeck K, Alegria A, Nicolai M, Okem A, Petzold J, Rama B, Weyer NM (Eds.). *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. In press.
8. White et al. (2019) Spending at least 120 minutes a week in nature is associated with good health and wellbeing. *Sci Rep* 9, 7730 <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44097-3>
9. Costanza et al. (2017) Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 28, 1-16.
10. Díaz et al. (2018) Assessing nature’s contributions to people. *Science*, 359 (6373), 270.
11. Tallis et al. (2010) The many faces of ecosystem-based management: Making the process work today in real places. *Marine Policy*, 34 (2), 340-348.
12. European Habitats Directive - Council Directive 92/43/EEC, IPCC reports, Vulnerable Marine Ecosystem -FAO)

Salvare i poli per preservare l'equilibrio del pianeta

Nelle regioni polari si sta giocando una sfida fondamentale per il nostro futuro. Pur essendo fisicamente tra le più lontane dalle emissioni prodotte dall'uomo, sono le più sensibili e vulnerabili ai cambiamenti in corso. Comprimerne i complessi meccanismi scientifici di regolazione è di fondamentale importanza per fare le scelte necessarie a preservarle, ed è anche urgente formare una nuova generazione di ricercatori, pronti ad affrontare le difficoltà ed il fascino di questi luoghi, dedicandosi con entusiasmo allo studio di equilibri fondamentali per il pianeta.

DOI 10.12910/EAI2021-054 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO

di Alcide Di Sarra - Laboratorio osservazioni e misure per l'ambiente e il clima

Ogni anno, nel mese di marzo, alla fine dell'inverno boreale, l'estensione del ghiaccio nella regione artica raggiunge il suo valore massimo e, da aprile, inizia a diminuire, raggiungendo il minimo stagionale a settembre. Tuttavia, dalle misurazioni effettuate a partire dagli anni '70, è emerso che negli ultimi 40 anni,¹ a settembre l'e-

stensione si è ridotta di circa la metà e che questa riduzione sta avvenendo ad una grandissima velocità; d'altra parte, la riduzione invernale, sebbene più contenuta, è anch'essa molto rapida e ampia. (vedi fig.1)

Questa progressiva e rapidissima riduzione del ghiaccio marino in Artide è uno dei segnali più forti dei cambiamenti in atto nel sistema Terra per

effetto dell'aumento della temperatura globale, un incremento significativo, di circa 1°C negli ultimi 40 anni² (vedi fig. 2). Come evidenziato da numerosi studi e dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2018), il gruppo di esperti di clima che elabora rapporti scientifici a supporto dell'ONU, questo incremento è legato principalmente all'introduzione in atmosfera di ingenti quantitativi di gas prodotti da varie attività umane e, in particolare, all'uso dei combustibili fossili come petrolio, carbone e gas naturale. Alcuni di questi gas, i cosiddetti "gas ad effetto serra" (principalmente anidride carbonica, metano, vapore acqueo, ozono, etc.), hanno la capacità di assorbire e rimettere radiazione infrarossa e di modificare il bilancio della radiazione e, quindi, dell'energia della Terra. Ma l'entità su scala planetaria di questo fenomeno, che tutti conosciamo come "riscaldamento globale", quasi scompare rispetto a quello che si sta verificando in Artide, dove l'incremento di temperatura è circa tre volte maggiore di quanto avviene globalmente (vedi fig. 2): di fatto, questa regione della Terra sta subendo l'aumento più forte

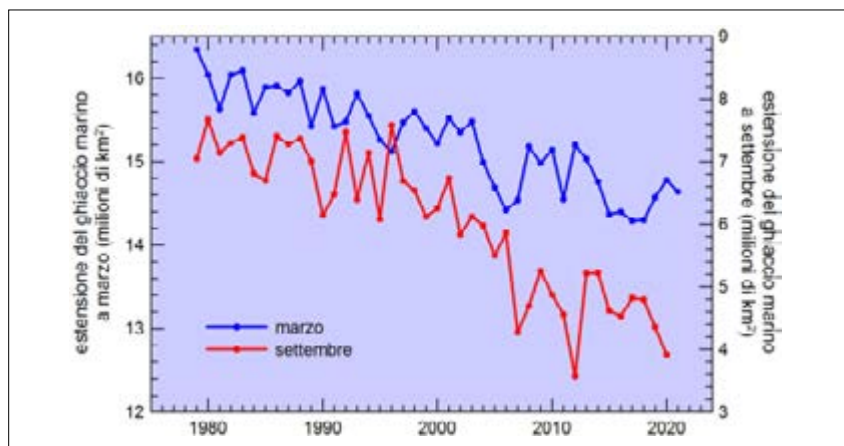


Fig.1 Evoluzione della estensione media mensile del ghiaccio marino in Artide per i mesi di marzo e settembre; i dati sono ricavati da misure di radianza a microonde dai satelliti di tipo Nimbus e del Defense Meteorological Satellite Program americano (Fetterer et al., 2017; dati forniti da: Sea Ice Index, National Snow and Ice Data Center).

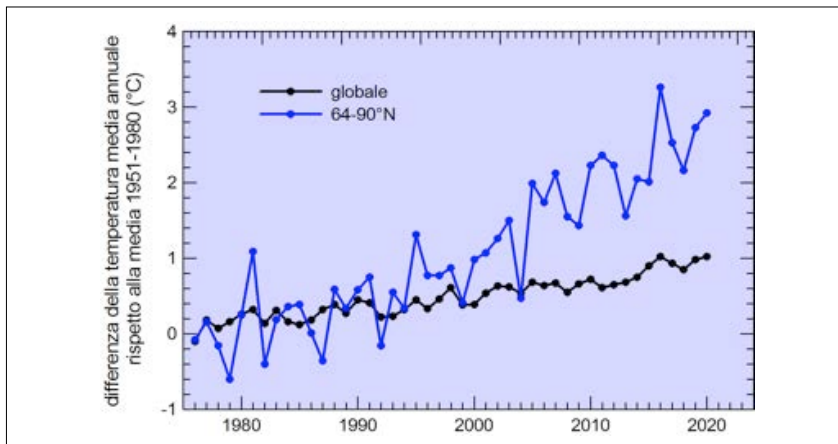


Fig.2 Evoluzione della temperatura media annuale globale della regione tra 64 e 90°N, espresse come anomalia (differenza dei valori annuali rispetto al valor medio sugli anni 1951-1980). I dati sono prodotti dal Goddard Institute for Space Studies della NASA (dati GISTEMP v4; GISTEMP, 2021; Lanssen et al., 2019).

e in modo più rapido.

L'incremento così forte della temperatura nella regione artica è dovuto ad una serie di complessi meccanismi di interazione tra oceano, ghiaccio, circolazione marina ed atmosferica, e a processi legati agli scambi di radiazione ed energia tra i vari comparti. L'insieme di questi processi va sotto il nome di "amplificazione artica": anche se alcuni meccanismi alla base di questo rapidissimo aumento di temperatura sono noti, molti dettagli non sono compresi a pieno, e non sono note fino in fondo le conseguenze che possono produrre.

Uno dei meccanismi fondamentali che rende l'Artico particolarmente sensibile è quello che coinvolge le variazioni della capacità della superficie di riflettere e diffondere la radiazione solare. Questa capacità va sotto il nome di "albedo": una superficie coperta di ghiaccio (ad *albedo alta*) riverbera verso l'alto tra il 60 e l'80% della radiazione solare che lo investe, assorbendone quindi tra il 20 ed il 40%. La superficie dell'oceano priva di ghiaccio, viceversa, ha un'*albedo bassa* ed assorbe oltre il 90% della radiazione solare incidente. La radiazione solare assorbita va in buona parte a modificare la temperatura della superficie; pertanto, quando la superficie dell'oceano è

priva di ghiaccio immagazzina una frazione importante dell'energia incidente sotto forma di radiazione, causando il riscaldamento del mare.

Le variazioni nella formazione e nell'estensione del ghiaccio marino

La riduzione dell'estensione del ghiaccio marino, innescata dall'aumento di temperatura dell'oceano, produce

un incremento dell'energia assorbita dall'oceano, che si traduce in un incremento aggiuntivo di temperatura che, a sua volta, favorisce una ulteriore riduzione del ghiaccio marino. Questo tipo di processo (Fig.3) noto come *meccanismo di retroazione positiva ghiaccio-albedo* tende ad amplificare gli effetti prodotti dalla modificazione primaria ed è uno dei più potenti in queste regioni, ma ve ne sono molti altri che agiscono simultaneamente, su diverse scale temporali, e coinvolgono differenti comparti.

Le variazioni nella formazione e la riduzione del ghiaccio marino influenzano direttamente ed indirettamente numerosi altri processi, come ad esempio il trasporto di calore e la circolazione dell'oceano; la disponibilità di vapor d'acqua e la sua concentrazione in atmosfera, con effetti sia sul bilancio della radiazione infrarossa che sulle proprietà delle nubi; l'attivazione di processi fotosintetici in mare, le emissioni di gas e particolato dal mare; la biodiversità marina, etc. A sua volta, l'estensione del ghiaccio marino e le sue variazioni sono influenzate anche dalla circolazione oceanica, dagli effetti prodotti dalle nubi, da fattori meteorologici o

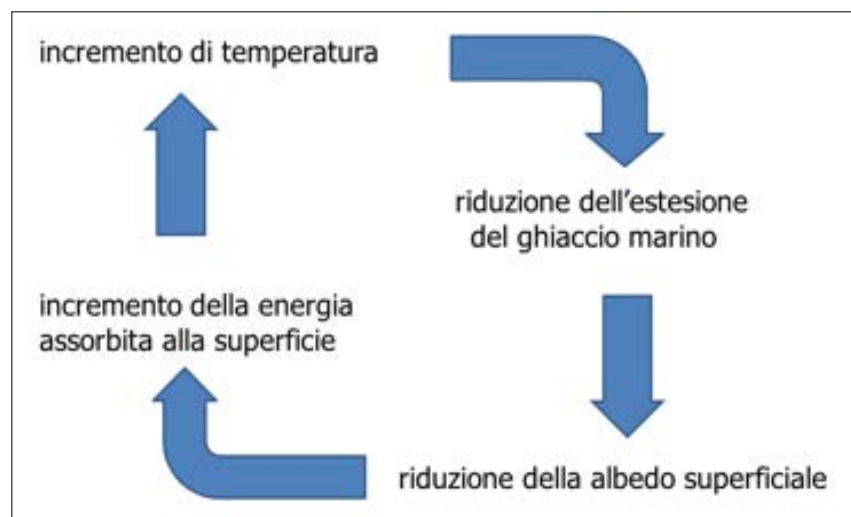


Fig.3 Schematizzazione del meccanismo di retroazione ghiaccio-albedo, importante nelle zone polari. La variazione di estensione del ghiaccio marino porta ad amplificare la perturbazione di temperatura iniziale.



Fig.4 Radiometri operativi presso il Thule High Arctic Atmospheric Observatory; questi strumenti servono a misurare i flussi di radiazione in varie bande spettrali e a studiare i processi che regolano il clima artico. La foto è stata presa alcuni giorni dopo il termine della notte artica, che a Thule avviene con il primo sorgere del sole attorno al 20 febbraio.

legati alla circolazione atmosferica su tempi medio-lunghi, dalla presenza del particolato in atmosfera, etc.

Poiché il ghiaccio marino è in equilibrio sulla superficie del mare, il suo scioglimento non modifica il livello del mare; il suo incremento invece è dovuto, in parte, all'espansione del volume dell'acqua di mare associata all'aumento di temperatura e, in parte, allo scioglimento del ghiaccio presente sulle zone continentali (principalmente le calotte groenlandese e antartica). Questa crescita del livello del mare, insieme a molti altri processi (ad esempio modifiche della circolazione atmosferica ed oceanica), produce effetti su scala globale ed alle nostre latitudini.

Pur essendo le zone polari tra le aree della Terra più remote e distanti dalle emissioni prodotte dall'uomo, si tratta di regioni particolarmente sensibili alle variazioni in corso, ed i cambiamenti

conseguenti producono effetti rilevanti sugli equilibri di tutto il pianeta. **L'ampiezza delle variazioni, la fragilità dei sistemi polari, la loro alta sensibilità e i sensibili interessi economici e geopolitici che riguardano queste aree, fanno sì che sia cruciale per il futuro del pianeta studiare i cambiamenti in corso, comprenderne a fondo i meccanismi e riuscire a prevedere l'evoluzione del sistema e gli impatti su differenti scale spaziali e temporali.**

Le iniziative nazionali e internazionali

Per affrontare queste problematiche sono state attivate importanti iniziative nazionali ed internazionali. **A livello nazionale, da oltre 35 anni il Programma Nazionale di Ricerche in Antartide supporta attività e progetti di ricerca in quella regione.**

Più recentemente, nel 2015, il Ministero

degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale ha adottato una **Strategia Italiana per l'Artico** sulla base del quale nel 2018 è stato avviato il Programma di Ricerche in Artico, che ha la finalità di sostenere il ruolo dell'Italia quale Stato osservatore del Consiglio Artico e supportare attività di ricerca nella regione.

Già in precedenza la comunità scientifica nazionale si era impegnata in ricerche in Artide. L'ENEA, ad esempio, è coinvolta sin dal 1990 in studi sui processi alla base dell'amplificazione Artica presso il *Thule High Arctic Atmospheric Observatory* (THAAO; <http://www.thuleatmos-it.it>), nel Nord-Ovest della Groenlandia, e ha svolto e svolge numerose altre iniziative in altre aree Artiche. Il THAAO, situato a 76.5°N, 68.8°O, ospita anche altre istituzioni italiane (Università di Roma Sapienza, INGV, Università di Firenze) ed americane per studiare l'evoluzione su lungo periodo del clima artico e dei suoi meccanismi (Fig.4).

Data la complessità dei problemi scientifici e la loro inter e multi-disciplinarietà, c'è la urgente necessità di una nuova generazione di ricercatori che, pronti ad affrontare le difficoltà ed il fascino degli ambienti polari, possano dedicarsi con entusiasmo a questi aspetti. Affrontare questi problemi scientifici è essenziale sia per salvaguardare alcuni degli ambienti più fragili del pianeta, che per comprendere alcuni dei meccanismi fondamentali del suo funzionamento. E' necessario ed urgente incrementare le nostre conoscenze in questo settore per poter essere in grado di fare scelte consapevoli per il futuro del nostro pianeta. Questa è una sfida fondamentale soprattutto per le nuove generazioni di ricercatori.

Per info: alcide.disarra@enea.it

BIBLIOGRAFIA

1. Becagli, S., L. Lazzara, C. Marchese, U. Dayan, S.E. Ascanius, M. Cacciani, L. Caiazzo, C. Di Biagio, T. Di Iorio, A. di Sarra, P. Eriksen, F. Fani, F. Giardi, D. Meloni, G. Muscari, G. Pace, M. Severi, R. Traversi, and R. Udisti, Relationships linking primary production, sea ice melting, and biogenic aerosol in the Arctic, *Atmospheric Environment*, 136, 1-15, 2006.
2. Di Biagio, C., A. di Sarra, P.Eriksen, S.E. Ascanius, G. Muscari, and B. Holben, Effect of surface albedo, water vapour, and atmospheric aerosols on the cloud-free shortwave radiative budget in the Arctic, *Climate Dynamics*, 39, 953–969, 2012.
3. Feldman, D.R., W.D. Collins, P.J.Gero, M.S. Torn, E.J. Mlawer, and T.R. Shippert, Observational determination of surface radiative forcing by CO₂ from 2000 to 2010, *Nature*, 519, 339-343, 2015.
4. Fetterer, F., K. Knowles, W.N. Meier, M. Savoie, and A.K. Windnagel, 2017, updated daily. Sea Ice Index, Version 3. NSIDC Sea Ice Data Index. Boulder, Colorado USA. NSIDC: National Snow and Ice Data Center. doi: <https://doi.org/10.7265/N5K072F8>. [Dati scaricati il 17 aprile 2021].
5. GISTEMP Team, 2021: GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP), version 4. NASA Goddard Institute for Space Studies. Accesso ai dati il 17.4.2021 da <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>.
6. IPCC, Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 2018.
7. Kramer, R.J., H. He, B.J. Soden, L. Oreopoulos, G. Myhre, P.M. Forster, and C.J. Smith, Observational evidence of increasing global radiative forcing, *Geophysical Research Letters*, 48, e2020GL091585. <https://doi.org/10.1029/2020GL091585>, 2021.
8. Lenssen, N., G. Schmidt, J. Hansen, M. Menne, A. Persin, R. Ruedy, and D. Zyss, Improvements in the GISTEMP uncertainty model. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 124, 6307-6326, doi:10.1029/2018JD029522, 2019.
9. Serreze, M.C., and J.A. Francis, The Arctic amplification debate, *Clim. Change*, 76, 241–264, 2006.

"Prevenire" i terremoti con la cultura della sicurezza

Se pensiamo al tributo in vite umane, ma anche in termini economici causato dai terremoti che hanno colpito il nostro Paese, avremmo dovuto imparare che prevenire è molto meglio che ricostruire. Lo si dice sempre e poi nella pratica lo si dimentica. E invece la cultura della sicurezza è fondamentale così come quella dell'informazione: essere informati non deve procurare inutili allarmi, ma è molto importante per prepararci a fronteggiare il pericolo. È questo il punto di partenza per le giovani generazioni.

DOI 10.12910/EAI2021-055 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO

di Paolo Clemente - Laboratorio Analisi e Protezione delle Infrastrutture Critiche

I Non riesco a capire perché in Italia quando parlate di ricostruzione antisismica pensate sempre a qualcosa che si fa dopo un terremoto e mai prima": quest'affermazione di Shun Niitsu del Shigeru Satoh Laboratory della prestigiosa Università Waseda di Tokyo sull'approccio alla sicurezza sismica nel nostro Paese è, purtroppo, vera. E la storia lo dimostra.

Quando nel dicembre 1908 una forte scossa distrusse Messina e Reggio Calabria, in nessun comune italiano era richiesto di tener conto degli effetti dei terremoti nella progettazione delle strutture, come se il nostro Paese non si fossero verificati eventi sismici significativi. Invece nel corso dei secoli vi sono stati numerosi e intensi eventi sismici, a seguito dei quali erano state emanate norme severe.

Dopo il terremoto del 30 luglio 1627 in Campania e Puglia, ad esempio, per la ricostruzione fu prescritto il "sistema baraccato alla beneventana", un'ingegnosa struttura intelaiata in legno per rafforzare i muri; a seguito del sisma del 5 febbraio 1783

in Calabria e Sicilia, Ferdinando IV di Borbone impose rigide regole per la scelta dei siti, delle tipologie strutturali e dei dettagli costruttivi. E dopo il terremoto di Norcia del 22 agosto 1859, Papa Pio IX emanò norme molto severe per la ricostruzione. Tuttavia, dopo l'unificazione dell'Italia le regole sismiche preesistenti furono rese meno stringenti in base al principio "liberi edifici in libera nazione" e così, anche dopo il terremoto di Casamicciola del 28 luglio 1883, la necessità di favorire lo sviluppo turistico dell'isola ebbe il sopravvento sulle rigorose norme approvate per la ricostruzione.

La classificazione sismica

La prima classificazione sismica in Italia risale al Regio Decreto n. 193 del 18 aprile 1909, emanato a seguito del terremoto di Messina e Reggio Calabria del 1908, in cui si elencavano i comuni in Sicilia e Calabria, nei quali era posto l'obbligo di rispettare le norme tecniche per l'edificazione delle nuove costruzioni e per la riparazione di quelle danneggiate dal

sisma. Il decreto, però, riguardava soltanto i comuni dove si era appena verificato un terremoto.

Con questo criterio di inseguire gli eventi che man mano si verificavano, si è operato fino a tempi recenti, tanto che al momento di un altro violento evento sismico, quello Campano-Lucano del 1980, soltanto il 25% del territorio nazionale era classificato sismico.

Dal passato avremmo dovuto imparare anche che prevenire è molto meglio che ricostruire, cosa ovvia se si pensa al tributo pagato in vite umane ma anche in termini puramente economici. Stimare l'impegno economico necessario per un'adeguata riduzione del rischio sismico su tutto il territorio nazionale è difficile; certe sono, invece, **le somme già stanziare per le ricostruzioni dopo i vari eventi dal 1968, anno del sisma del Belice, che secondo una ricerca del Consiglio Nazionale degli Ingegneri ammontavano già nel 2012 a oltre 120 miliardi di euro, cifra destinata a crescere sia a causa delle ricostruzioni ancora in corso sia per gli eventi futuri, ma che**



non tiene conto degli ingenti danni economici causati dalle interruzioni delle attività produttive, del commercio, del turismo e altro.

Oggi tutta l'Italia è considerata sismica, con intensità variabile da sito a sito. Eppure negli anni si è costruito tanto, al più rispettando le norme vigenti al momento della costruzione, con la ovvia conseguenza che gran parte delle strutture e infrastrutture esistenti non ha un grado di sicurezza soddisfacente.

Secondo lo speciale ENEA “100 anni di ingegneria sismica (<https://www.eai.enea.it/archivio/anno-2015.html>) pubblicato in occasione del centenario del terremoto di Avezzano del 1915 che fece ben 30.000 vittime e distrusse circa 20 centri abitati, i ricercatori dell’Agenzia sottolineano che ad oggi, in Italia, “oltre il 70% dell’edificato attuale non è in grado

di resistere ai terremoti che potrebbero colpirlo, comprese scuole, ospedali e molti altri edifici strategici”. Lo Speciale si sofferma sulle problematiche della pericolosità sismica, le indagini storiche, l’analisi dei danni causati dai recenti terremoti e, soprattutto, sulle moderne tecnologie antisismiche per la progettazione di nuove costruzioni e l’adeguamento di quelle esistenti.

Le iniziative per la prevenzione: incentivi e tecnologie

Negli ultimi anni, qualche iniziativa interessante per avviare un processo di prevenzione è stata presa: ad esempio, **le detrazioni fiscali delle spese per interventi strutturali antisismici e il cosiddetto sismabonus** mentre una certa delusione c’è stata nel verificare che il recente *Recovery*

plan non contempla nulla in tema di prevenzione sismica: la politica sembra essersi dimenticata ancora una volta della sicurezza delle nostre case e dei nostri luoghi di lavoro.

Tuttavia, non è solo colpa dei politici se troppo spesso si guarda ad un orizzonte breve, perché **va riconosciuto che non c’è una decisa domanda di sicurezza da parte dei cittadini se non dopo un disastro: questo è un limite negativo che deve essere superato.**

Ad esempio, la fase di emergenza, che segue un terremoto e che dura almeno alcuni mesi, attira l’attenzione dell’opinione pubblica e dei media: per giorni e giorni non si parla di altro e tutti all’unisono invocano maggiore impegno nella prevenzione delle catastrofi naturali e nella mitigazione dei loro effetti. Poi l’attenzione scema rapidamente, i media

si occupano di altro, il tema non fa più audience e la sicurezza viene gradualmente e inesorabilmente dimenticata ... in attesa dei futuri disastri. Non mancano le contraddizioni: si chiede maggiore sicurezza per le scuole (si ricordi lo scalpore suscitato dal crollo della scuola Jovine a San Giuliano di Puglia nel 2002, con la morte di 27 bambini e di una maestra), ma poi ci si lamenta quando una scuola viene chiusa a scopo preventivo.

Un contributo di rilievo alla messa in sicurezza sismica può venire dalla ricerca e dall'innovazione tecnologica. In ENEA, ma non solo, vengono sviluppate numerose attività e progetti per la prevenzione, grazie anche alla presenza di infrastrutture uniche, in grado di simulare le azioni sismiche sulle costruzioni o parti di esse. Vengono inoltre sviluppati sensori avanzati per monitorare il comportamento statico e sismico di monumenti ed edifici strategici e di particolare rilevanza ma anche di ponti, viadotti e altre infrastrutture.

Di recente ENEA ha presentato un brevetto per realizzare edifici ex novo "a danno zero" e per ricostruire in sicurezza i centri storici, sviluppato in collaborazione con Tekva, azienda toscana che opera in Italia e all'estero nel mercato delle opere civili. Si tratta di una piattaforma in cemento armato, alleggerita mediante tubi in vetroresina e dotata di isolatori sismici, che consente di abbattere fino all'80% gli effetti delle scosse sismiche sugli edifici, con tempi di costruzione ridotti e a costi competitivi, rispettando l'assetto urbanistico e architettonico dei centri urbani preesistenti. Oltre al vantaggio dell'isolamento sismico, il sistema offre la possibilità di utilizzare i tubi per il passaggio dei servizi (acquedotto, fognature, gas, impianti elettrico e telefonico, teleriscaldamento) rendendone semplici ed economiche l'installazione, l'ispezione e

la manutenzione.

Tuttavia, anche le migliori soluzioni tecnologiche necessitano che vi sia la percezione del rischio, rispetto al quale la **'terapia' non può che essere un cambio radicale della nostra cultura della sicurezza. È questo il punto di partenza da trasmettere alle giovani generazioni.**

Prevenzione ed educazione all'informazione

Ma che cosa vuol dire fare prevenzione, questa sconosciuta? Vuol dire arrivare 'prima' del disastro, farsi trovare preparati in modo da mitigarne gli effetti e poter ripristinare rapidamente la situazione preesistente e, se possibile, migliorarla. L'efficacia della prevenzione non può essere valutata "col senno del poi": **bisogna intervenire ovunque per essere preparati in quei pochi casi in cui ce ne sarà effettivamente bisogno. Dobbiamo, in altre parole, puntare a una maggiore resilienza e per far questo dobbiamo intervenire in tempo utile, prima del disastro, ma anche prima che le condizioni delle nostre strutture non siano tanto deteriorate da non essere recuperabili se non a costi proibitivi: si pensi alla situazione delle nostre infrastrutture stradali e ai numerosi crolli cui abbiamo assistito negli ultimi anni.**

Fare prevenzione, però, non è semplice: come affermava Kofi Annan, quando era Segretario Generale ONU: "Strategie di prevenzione più efficaci consentirebbero non solo di risparmiare decine di miliardi di dollari, ma anche di salvare migliaia di vite umane. Ma costruire una cultura della prevenzione non è facile, perché mentre l'investimento in prevenzione si paga subito, i benefici si potranno avere solo a distanza di tempo. Inoltre, i benefici non saranno tangibili in quanto consisteranno nei disastri che saranno stati evitati". Di fatto, fare prevenzione significa investire affinché strutture e infra-

strutture siano concepite e realizzate tenendo conto che il nostro è un Paese a rischio sismico, e che quelle esistenti vengano migliorate con opportuni interventi. Purtroppo, i numeri relativi all'utilizzo del sismabonus di cui detto, introdotto proprio con questi obiettivi, non sono al momento incoraggianti.

In questo contesto, l'informazione riveste un ruolo di particolare rilievo: chi deve prendere decisioni importanti preferirebbe, anche in buona fede, non dover dare molte spiegazioni, non avere contraddittorio, non subire critiche, ma ciò non è possibile in democrazia. Appare ovvio che i cittadini abbiano il diritto/dovere di essere informati e di difendere la propria vita; è altrettanto ovvio, però, che **dovrebbero essere educati ad essere informati e a saper riconoscere le informazioni utili.**

D'altra parte, se l'informazione crea allarme e panico, rischia di diventare controproducente: **quando capiremo che essere informati può aiutare a prepararci a fronteggiare il pericolo, allora saremo in grado di utilizzare l'informazione al meglio.**

L'educazione all'informazione e a come reagire razionalmente non può che partire dalle scuole, dove viene anche costruita la futura classe dirigente del paese. Al riguardo, risuonano ancora le parole del famoso Discorso agli Ateniesi di Pericle: "Le leggi qui assicurano una giustizia eguale per tutti nelle loro dispute private, ma noi non ignoriamo mai i meriti dell'eccellenza. Quando un cittadino si distingue, allora esso sarà, a preferenza di altri, chiamato a servire lo Stato, ma non come un atto di privilegio, come una ricompensa al merito, e la povertà non costituisce un impedimento. Qui ad Atene noi facciamo così". Era il 461 a.C., ma sembrano parole di un futuro ancora molto lontano.

Per info: paolo.clemente@enea.it

Effetto dei terremoti sui fabbricati e tecnologie per la sicurezza sismica alternanza scuola/lavoro

L'Italia è un paese ad alto rischio sismico. In 2500 anni, infatti, la Penisola è stata interessata da più di 30.000 terremoti di media e forte intensità. Alla elevata pericolosità, dovuta alla frequenza dei terremoti che hanno storicamente interessato il suo territorio e all'intensità che alcuni di essi hanno raggiunto, si somma una vulnerabilità molto elevata, per la notevole fragilità del patrimonio edilizio, nonché del sistema infrastrutturale, industriale, produttivo e delle reti dei servizi. L'elevatissimo impatto sociale ed economico dei terremoti rende estremamente urgente una azione preventiva di adeguamento sismico del patrimonio edilizio e di creazione di una cultura della sicurezza. E' nata da queste motivazioni l'iniziativa di alternanza scuola/lavoro dell'ENEA per informare gli studenti sugli effetti dei terremoti sui fabbricati, sulle tecnologie di miglioramento sismico e sui principi di sperimentazione sismica. L'azione di formazione consiste in 5 lezioni da 1 ora, nel corso delle quali i ricercatori mostreranno l'uso delle tecnologie illustrate. Le lezioni sono propedeutiche all'esperienza diretta presso il laboratorio dove gli alunni assisteranno alle prove su tavola vibrante di dispositivi di protezione sismica per statue, teche museali e apparecchiature delicate per infrastrutture strategiche.

Sviluppo competenze

Gli studenti potranno acquisire le conoscenze sugli effetti dei terremoti sui fabbricati ed assistere direttamente a tutte le fasi dell'organizzazione di una prova sperimentale in laboratorio, il cui esito dipende anche dal lavoro in team, relazionandosi con il mondo della ricerca applicata. Inoltre, i ragazzi potranno verificare sperimentalmente le nozioni teoriche di fisica e scienza, acquisendo altresì una maggiore consapevolezza della prevenzione sismica.

Metodologie e strumenti di lavoro

Durante lo svolgimento delle attività, gli studenti utilizzeranno, o comunque avranno modo di osservare da vicino, le strumentazioni per le indagini non distruttive:

- ultrasuoni, prove soniche, termocamere, laser scanner;
- per il monitoraggio sismico come sismometri e accelerometri;
- le tavole vibranti per prove sismiche, sistemi di controllo e pilotaggio della tavola vibrante;
- sistema di motion capture 3D Vision.

La strumentazione citata non richiede l'uso di particolari dispositivi di protezione individuale.

La "cassetta degli attrezzi" dell'economia circolare

Il Dipartimento Sostenibilità dell'ENEA ha ideato una "cassetta degli attrezzi", composta da un insieme di attività da proporre agli studenti per avvicinarsi e imparare i concetti della sostenibilità e dell'economia circolare, divertendosi. Con questi "attrezzi", è possibile arricchire e rendere interattive le lezioni fuori e dentro le scuole e supportare gli insegnanti nel trasferire i concetti dell'economia circolare

DOI 10.12910/EAI2021-056 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

di Veronica Scutari, Francesca Ceruti, Erika Mancuso - Laboratorio Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali

La natura è progettata per non avere discariche perché ha a disposizione molti strumenti per evitare di produrre rifiuti. Gli scarti prodotti da una specie, infatti, diventano il nutrimento di un'altra: gli esseri viventi, piante e animali, nascono, crescono, muoiono e, alla fine, grazie anche all'energia solare, ritornano a essere sostanze nutritive che generano nuove vite. **In natura tutto è un ciclo perfetto, in cui niente viene sprecato.** L'uomo interviene in questo ciclo e produce materiali/prodotti che gli occorrono sfruttando tantissime risorse della Terra e poi li getta via non appena non funzionano o non gli servono più. Così facendo, vengono prodotti scarti e rifiuti che, in qualche caso, possono essere pericolosi o tossici per l'ambiente. In questo modo, le risorse del nostro pianeta tendono ad esaurirsi e contemporaneamente la Terra si riempie di rifiuti. Questo approccio, tipico dell'uomo, si basa su un modello economico lineare del tipo "prendi-usa-getta". Per 'rimediare' a questa situazione si può trarre ispirazione dal **modello ciclico della natura, che funziona molto bene, e cambiare il nostro modo di pensare,**

passando da un'economia lineare ad un'altra di tipo circolare, ovvero ad un sistema economico che implica condi-

visione, prestito, riutilizzo, riparazione, ricondizionamento e riciclo. In questo modo si estende il ciclo di vita dei pro-



Fig.1 economia circolare nei cartoni



Fig.2 lezioni di economia circolare

dotti, facendo sì che possano durare il più possibile, contribuendo a ridurre i rifiuti al minimo.

Per spostarsi verso il modello circolare imitando ciò che accade in natura, il Dipartimento di Sostenibilità di ENEA ha ideato una “cassetta degli attrezzi”, un insieme di attività da proporre agli studenti che consentono loro di imparare i concetti della sostenibilità e dell'economia circolare, divertendosi. Con questi strumenti l'ENEA arricchisce e rende interattive le lezioni sull'economia circolare che si svolgono dentro e fuori le scuole, aiutando i docenti al trasferimento di questi importanti concetti che possono essere illustrati ai bambini fin dalla scuola primaria, con risultati di rilievo in termini di comprensione del funzionamento degli ecosistemi, della società e sul coinvolgimento etico delle giovani generazioni nel rispetto dell'ambiente.

Imparare la sostenibilità giocando

Come attività introduttiva, si può proporre agli studenti della scuola secondaria di primo livello una rilettura creativa di alcuni famosi film di animazione. Nel

cartone animato “Il Re Leone”, per esempio, Mufasa parla al piccolo Simba del cerchio della vita. In realtà parla del modello circolare della natura e del delicato equilibrio che regna nel rispetto di tutte le forme di vita del mondo, dove natura ed esseri viventi fanno parte di un unico ecosistema. Nel cartone “Oceania”, invece, la nonna di Vajana racconta la storia di un cuore, una piccola pietra verde, così preziosa per il pianeta che una volta rubata getta l'oscurità su tutte le isole. Questa, in realtà, è la storia del prelievo spregiudicato delle risorse del pianeta, tutte essenziali ad un equilibrio che, se stravolto, causa disastri naturali (Fig. 1). **Uno strumento molto utile che può servire agli studenti per comprendere e memorizzare le parole legate alla sostenibilità e all'economia circolare è giocare a “Non dirlo!”**, un gioco che ENEA ha già proposto ai ragazzi in diverse occasioni di divulgazione e che può essere adattato per la scuola secondaria, di primo e di secondo livello. È un gioco

di squadra in cui bisogna far indovinare la parola-chiave, senza però pronunciare mai alcune specifiche parole a essa connesse. Utilizzando tanti sinonimi si può imparare a conoscere nuovi modi per essere sostenibili (Fig. 2 e 3).

Un'altra attività presente nella “cassetta degli attrezzi” è la riflessione sulle “R della Sostenibilità” che attraverso attività ludiche, punta a far comprendere agli studenti il significato delle parole “riduci, riutilizza, recupera, ricicla” e come metterle in pratica nella vita di tutti i giorni. Di seguito si riporta qualche esempio.

Riduci: Ridurre il numero di oggetti che possediamo può essere un buon esercizio per imparare a capire l'utilità dei beni. Ogni persona, in qualità di cittadino consumatore, deve riflettere prima di acquistare nuovi prodotti, cercando di evitare quelli con grandi o inutili imballaggi e scegliendo prodotti indispensabili, ecosostenibili e/o riparabili.

Riutilizza: Scegliere oggetti durevoli e



Fig.3 Lezioni di economia circolare

riutilizzabili come le borracce in acciaio anziché bottigliette di plastica monouso richiede un piccolo investimento iniziale ma permette di ridurre i rifiuti. È possibile sensibilizzare gli studenti portandoli a riutilizzare più volte gli oggetti in loro possesso. Altri esempi possono essere: preferire le bottiglie di vetro che possono essere facilmente riutilizzate; utilizzare la borsa in juta o cotone anziché il sacchetto in plastica per fare la spesa; cercare di utilizzare le batterie ricaricabili invece di quelle usa e getta.

Ricicla: bisogna imparare a fare una corretta separazione dei rifiuti domestici e a conferirli nei giusti contenitori delle diverse frazioni di rifiuto quali: carta, plastica, vetro, organico, pile, farmaci, ecc... Solo in questo modo, infatti, viene favorito il corretto **recupero** dei materiali e un risparmio per l'ambiente in termini di energia, materie prime ed inquinamento. Il vetro, la plastica, la carta e il cartone, l'alluminio possono essere facilmente riciclati, e addirittura anche gli scarti del cibo, correttamente differenziati, possono diventare un prezioso nutrimento per il terreno: il cosiddetto compost. Tramite il compostaggio,

molto di quello che sprecheremmo con alcune nostre abitudini quotidiane (ad esempio gli scarti del nostro giardino, o quelli della preparazione dei nostri pasti) può diventare concime ed essere riutilizzato diventando nuovamente utile.

Produrre e trasportare utilizzando le fonti rinnovabili

E ancora, è possibile far notare ai ragazzi della scuola secondaria che nei pc, nei cellulari e nei dispositivi di uso quotidiano ci sono molti metalli preziosi come l'oro, l'argento, il rame che possono essere separati e riutilizzati per produrre nuovi oggetti.

Inoltre, si può sottolineare ai ragazzi l'importanza per le industrie di **produrre e trasportare i prodotti utilizzando fonti energetiche rinnovabili**. ENEA collabora già da tempo con molte aziende che hanno già cominciato ad adottare questo tipo di produzione, e anche con altre imprese che si propongono di creare confezioni eco-sostenibili o di produrre oggetti che si possono smontare facilmente una volta che non servono o non funzionano più.

Nella "cassetta degli attrezzi", quindi, è possibile trovare diversi strumenti che possono contribuire alla sensibilizzazione dei ragazzi sul tema e favorire il passaggio ad una economia circolare. A questo proposito sarebbe importante che ognuno di noi avesse la 'sua' cassetta, con gli 'attrezzi' per poter passare dal vecchio modo di fare 'usa-getta-sostituisci ad una nuova cultura basata sul riciclo e sul rinnovo.

Per arrivare a questo obiettivo abbiamo a disposizione tanti strumenti da utilizzare e tanti comportamenti da mettere in atto. Tutti noi, per esempio, potremmo iniziare a pensare agli oggetti di uso comune, a come poterli riutilizzare anche in modo creativo, magari liberando la fantasia, per dare loro una nuova vita. Tuttavia, è importante sottolineare che non è sufficiente lo sforzo dei singoli, ma c'è bisogno di tutti noi messi insieme per raggiungere il modello di economia circolare a cui tanto si aspira. Solo con l'economia circolare, infatti, si potrà cambiare il pianeta e costruirne uno migliore!

Per info: veronica.scutari@enea.it

Impariamo a ridurre la nostra impronta ecologica

Produrre e usare tanti beni ci permette di vivere meglio rispetto agli uomini delle epoche passate, ma produrre tanti beni vuol dire anche inquinare la terra, il mare, i corsi d'acqua e soprattutto l'atmosfera che diventa più calda e provoca disastri ambientali. Dobbiamo quindi imparare a ridurre la nostra impronta ecologica, a pesare di meno sull'ambiente, a diminuire consumi e rifiuti, usando i prodotti quanto più a lungo possibile.

DOI 10.12910/EAI2021-057 / ENEA PER LA SCUOLA PRIMARIA

di Rocco Pentassuglia - Sezione di Supporto al coordinamento delle attività sull'economia circolare

Da diverso tempo sentiamo parlare sempre più spesso di problemi ambientali: ma cosa sta succedendo nel mondo? La temperatura del nostro pianeta, ogni anno aumenta sempre un pochino, ma noi non ci accorgiamo di questo.

Se ne accorgono, però, i ghiacciai che, ogni anno, si sciolgono sempre di più.

Quello dello scioglimento dei ghiacciai, però, non è l'unico problema causato dall'aumento della temperatura.

In alcune zone geografiche del mondo, infatti, sono in aumento le aree deserte mentre altre zone sono sempre più colpite da alluvioni e trombe d'aria.

La temperatura della terra aumenta ma sappiamo il perché?

Gli scienziati di tutto il mondo sono concordi nel dire che tutto dipende dall'uomo. Le attività sempre più intense legate alle industrie e ai trasporti, inquinano sempre più aria, acqua e suolo.

Perché le fabbriche lavorano, e inquinano, per produrre così tanti oggetti?

Produciamo così tanti beni perché tutti noi pensiamo di aver bisogno di tante cose, anche più di quelle che realmente possono servirci! Compriamo continuamente oggetti che usiamo per un po' e poi

gettiamo per comprarne altri. Per produrre beni, bruciamo carbone, petrolio e gas naturale e consumiamo troppe materie prime come legno, acqua, minerali e tanto altro ancora.

Produrre e usare tanti beni ci permette di vivere meglio rispetto agli uomini delle epoche passate, ma produrre tanti beni vuol dire anche inquinare tantissimo. Inquiniamo la terra, il mare, i corsi d'acqua ma soprattutto inquiniamo l'aria che diventa più calda e provoca i disastri ambientali che abbiamo visto.

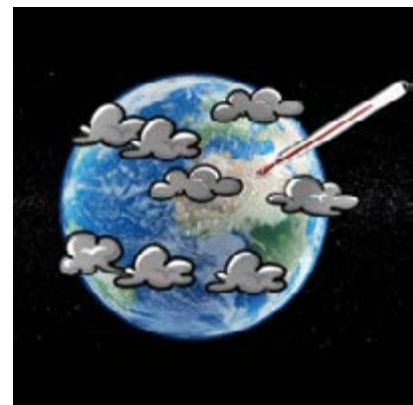
Dobbiamo quindi imparare a consumare di meno e a produrre meno rifiuti.

Per fare questo possiamo prendere esempio dalla natura: **un albero non crea rifiuti!** Le foglie e i frutti che perde, cadono sul terreno e col tempo si decompongono e si trasformano in sostanze nutritive che lo stesso albero può assorbire, attraverso le radici, per creare nuove foglie e nuovi frutti.

Come possiamo fare per imitare la natura? Un primo modo è imparare a **Ridurre!**

Se i danni all'ambiente derivano dal fatto che noi usiamo troppi beni, per **diminuire** i danni, dobbiamo imparare a usarne di meno.

Pensiamo, ad esempio, a quanti vestiti



sono nei nostri armadi, siamo sicuri che ci servano tutti o avremmo anche potuto evitare di comprare qualcosa?

E quanta acqua sprechiamo mentre ci laviamo? **Potremmo imparare a chiudere il rubinetto per non far scorrere l'acqua nei momenti in cui non ci serve?**

E il cibo? Quanto cibo finisce nelle nostre pattumiere? **Non potremmo imparare a comprare solo il cibo che realmente ci serve, evitando sprechi?**

Un secondo modo per imitare la natura è imparare a **Riusare!**

Come abbiamo detto, produrre beni vuol dire anche inquinare. I beni poi, una volta prodotti, devono essere trasportati in



modo che possano arrivare fino a noi...
Ma i trasporti provocano altro inquinamento!

Gettare un bene che può ancora essere usato, non è solo uno spreco economico ma anche uno spreco ambientale.

Per inquinare meno, occorre usare i prodotti quanto più a lungo possibile. Come possiamo fare?

Un modo è quello di **scambiare** i nostri beni usati, che non desideriamo più ma che sono ancora buoni, con altre persone. In questo, un grande aiuto possono darlo

i Comuni che possono mettere a disposizione dei cittadini dei locali dove organizzare lo scambio dei beni usati. Posti del genere esistono già in molti Comuni e si chiamano **Centri del Riuso**. Oltre a questi si stanno diffondendo sempre di più i **mercatini dell'usato**, utili per scambiare oggetti.

Un altro modo per allungare la vita dei beni è quello di farli **riparare** quando si rompono... Senza sostituirli subito!

In questo modo i **nostri beni dureranno più a lungo**.

In poche parole tutti noi dobbiamo imparare ad avere una serie di comportamenti utili a ridurre la nostra **impronta ecologica, ovvero imparare a pesare di meno sull'ambiente**.

Oltre a ciò che ormai sappiamo riguardo **Ridurre e Riusare**, possiamo anche imparare a:

- avere un'alimentazione più sostenibile, cioè consumare alimenti prodotti quanto più vicino possibile al luogo in cui viviamo, evitando il consumo di frutta e verdura non di stagione perché questi alimenti provengono da lontano e devono essere trasportati fino a noi;
- preferire gli spostamenti usando di volta in volta il mezzo meno inquinante possibile (bicicletta, autobus, treno...);
- ridurre il consumo di oggetti monouso, specie quelli in plastica;
- limitare l'uso eccessivo del riscaldamento domestico;
- impegnarsi nel fare la raccolta differenziata.

Dobbiamo avere tutti uno **stile di vita responsabile e rispettoso dell'ambiente**.

Per salvaguardare la nostra salute e quella dell'unico pianeta che abbiamo, dobbiamo fare come l'albero che non crea rifiuti, ma riutilizza tutto ciò che produce.

Per info: rocco.pentassuglia@enea.it

Cos'è l'impronta ecologica?

Avete mai camminato sulla sabbia o sulla terra? Quando camminiamo su una superficie non rigida, lasciamo le nostre impronte a causa del peso che compatta il terreno sotto i nostri piedi. Le orme che lasciamo quando camminiamo sulla sabbia, sono un segno del nostro passaggio. Allo stesso modo tutti noi lasciamo sulla terra un altro segno del nostro passaggio: la nostra impronta ecologica. Lasciamo un'impronta ecologica per il solo fatto di consumare beni. Per esempio: quanta terra ci vuole per produrre il cotone con il quale vengono fatte le nostre magliette? E quanta ce ne vuole per coltivare gli alberi per fabbricare i fogli di carta che usiamo? E quanta terra occorre per produrre tutto ciò che mangiamo? E quanta ce ne vuole per produrre tutto il cibo che compriamo e poi neanche consumiamo? L'equivalente della terra necessaria a produrre tutto ciò che ci serve, è la nostra impronta ecologica. Come facciamo a pesare di meno sull'ambiente per lasciare un'impronta più piccola? Semplice: basta consumare solo ciò che ci serve, senza sprechi! In questo modo la nostra terra basterà per tutti.

Circolare! Le buone pratiche italiane di economia circolare

Che cosa è l'economia circolare? E perché è così importante per l'ambiente e per il nostro futuro? Quest'articolo illustra alcuni esempi di buone pratiche - dalla carta prodotta con scarti di frutta alla coltivazione di funghi con i fondi del caffè - che evidenziano la differenza fra l'economia 'lineare' basata sul PRODUCI, UTILIZZA, GETTA e quella 'circolare' che ha come parole d'ordine RICICLA, RIDUCI, RIPARA, RIUSA: scarti e rifiuti sono considerati preziose risorse, la produzione viene ottimizzata, i residui vengono recuperati, i beni progettati in modo da essere facilmente riutilizzabili e riparabili, utilizzando materiali riciclati o 'materie prime seconde'.

DOI 10.12910/EAI2021-058 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO

di Paola Nobili - Sezione Supporto al coordinamento delle attività sull'Economia Circolare

Che cosa è l'economia circolare? E perché è di fondamentale importanza per il nostro futuro e per la sostenibilità ambientale? Per dare un'idea di che cosa sia questa vera e propria rivoluzione negli approcci e nei comportamenti abbiamo pensato che il metodo più semplice ed efficace fosse raccontare casi concreti di "circularità". Così siamo andati sul sito della **Piattaforma italiana degli attori per l'economia circolare** realizzata da ENEA (Italian Circular Economy Stakeholder Platform - ICESP www.icesp.it) a cercare esempi in settori anche molto diversi fra loro.

Produrre carta dagli scarti della frutta

Nella sezione "**Buone pratiche**" troviamo diversi casi interessanti. Il primo è un'azienda che **produce carta dai sottoprodotti delle lavorazioni agro-industriali**, come i residui di agrumi, uva, ciliegie, lavanda, mais, olive, caffè, kiwi, nocciole e mandorle:

materie prime vegetali che, invece che venire gettate in discarica, diventano "materie prime seconde" utilizzate per la produzione di carte originalissime e particolari al tatto, che contengono fino al 40% di riciclato post consumo (Carta Crush www.favini.com/gs/carte-grafiche/crush).

Un altro esempio **riguarda l'impiego dei fondi di caffè di bar, ristoranti o distributori automatici per coltivare funghi commestibili e produrre concimi**. Anche in questo caso, i fondi di caffè sono rifiuti per le imprese che li devono smaltire, ma se riutilizzati possono diventare una preziosa "materia prima seconda" per produrre il substrato di coltivazione dei funghi; una volta esaurita questa funzione, il substrato potrà essere compostato e usato per **concimare il terreno** (www.fungobox.it).

C'è poi il riutilizzo della **lana delle pecore**, un tempo considerata materia prima pregiata e ricercata come fibra tessile, ora classificata dall'Unione Europea come rifiuto speciale. Una soluzione innovativa consiste nel

fare del vello un substrato per coltivazioni idroponiche (cioè senza terra). Si tratta di una tecnica molto diffusa nei Paesi freddi o laddove c'è poca disponibilità di acqua per l'irrigazione: le piante anziché essere collocate su fibra di cocco o in vasi di plastica, usano la lana come supporto, con un doppio vantaggio: la lana coibenta le piante e la stagione di coltivazione si prolunga anche nei mesi più freddi. Inoltre, quando la lana si biodegrada con l'acqua, cede sostanze nutritive alle piante, come un vero e proprio fertilizzante. Il sistema è valido per produrre ortaggi freschi, ma può anche essere applicato all'ortoterapia con persone affette da disabilità cognitiva (www.coltivareinlana.it).

Riusa, riduci, ripara, ricicla

Le pratiche innovative di queste aziende dimostrano la possibilità di sviluppare un modello di crescita dell'economia completamente diverso, non più basato sul processo "**produco, uso e getto**", **prelevando le ma-**



terie prime dall'ambiente, che viene quindi depauperato (economia lineare). L'economia circolare fa l'esatto contrario: è un nuovo modello di sviluppo fortemente innovativo che si può riassumere in quattro parole chiave: RICICLA, RIDUCI, RIPARA, RIUSA. L'economia circolare punta a trasformare scarti e rifiuti in preziose materie prime, recuperare i residui, ridurre i consumi e ottimizzare la produzione. E a progettare beni facilmente riutilizzabili e riparabili, utilizzando materiali riciclati o 'materie prime seconde'. Ad esempio, utilizzare i sottoprodotti dell'industria agroalimentare come materie prime (in questo caso, chiamate 'secondarie' perché derivano da un precedente processo produttivo) per fabbricare nuovi beni, consente di ottenere molti risultati positivi perché:

- 1) non utilizziamo nuove risorse quindi non impoveriamo l'ambiente;
- 2) riduciamo la quantità di rifiuti da smaltire con benefici per l'ambiente e le aziende (risparmi sui costi di gestione);
- 3) stimoliamo nei consumatori un cambiamento culturale favorendo

scelte di acquisto orientate su prodotti a maggior valore aggiunto.

'Allungare la vita' dei computer

Ma proviamo ad esplorare ancora le Buone Pratiche del sito ICESP, a caccia di qualche altra idea imprenditoriale innovativa. Un settore con grandi opportunità è relativo alla gestione dei **computer dismessi** o inutilizzati. Solo nel 2015, sono state rigenerate quasi 6 tonnellate di apparecchiature informatiche (circa 1.500 computer), raddoppiandone la vita utile da una media di 4 anni a una media di 8 anni. Le prestazioni dei prodotti rigenerati sono spesso del tutto equivalenti agli esemplari nuovi, ma allungando la vita media di un computer si dimezza di fatto l'impatto negativo sull'ambiente (<https://reware.it>). Ulteriori benefici sono possibili attraverso un utilizzo solidale, quando chi possiede apparecchi funzionanti, ma inutilizzati, li dona a persone che ne hanno bisogno. A seguito della pandemia, ad esempio, molti giovani si sono trovati nella improvvisa necessità di seguire le lezioni attraverso

la DaD (Didattica a Distanza) ma in certi casi era necessario disporre in casa di più pc, poiché spesso anche i genitori lavoravano a distanza da casa. In questo contesto è nato "**Device4all**", un progetto contro la povertà e la disuguaglianza educativa, realizzato con la collaborazione di Informatici senza Frontiere – per contrastare la disuguaglianza educativa e dare supporto ai giovani che debbono seguire le lezioni in DaD, ma che non sono dotati di pc o tablet adeguati (<https://nonnaroma.it>). Sempre nell'ottica dell'allungamento del ciclo di vita dei beni, in Italia ci sono molte cooperative sociali impegnate a realizzare sistemi di economia circolare, dove tutto può essere oggetto di recupero, non solo i beni/rifiuti, ma anche le persone. Un esempio è la cooperativa Treottouno che agisce sulla prevenzione e riduzione dei rifiuti, ma favorisce anche l'inserimento lavorativo di persone in condizione di svantaggio. Oltre a raccogliere oggetti in buono stato e ridistribuirli a persone bisognose, la cooperativa opera nelle carceri, dove i detenuti possono trovare sbocchi lavorativi,

come ad esempio nella separazione delle componenti dei RAEE (Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche), consentendone la valorizzazione e il recupero in appositi impianti, o nella Sartoria Sostenibile, dove le detenute danno una seconda vita a tessuti di scarto (<https://www.facebook.com/Treottouno>).

Trasformare gli scarti di cibo in fertilizzanti

Ma cambiamo settore: avrete senz'altro sentito parlare di **spreco alimentare**, un problema di carattere etico molto grave, che comporta sia l'uso inefficiente delle risorse impiegate per produrre cibo, poi inviato in discarica, ma anche un forte costo ambientale. Tante le iniziative che nascono a livello locale per cercare di recuperare gli alimenti ancora commestibili e ridistribuirli a persone bisognose.

CiboAmico è un'iniziativa del gruppo Hera di Bologna, in collaborazione con Last Minute Market, spin off che da anni promuove la campagna Spreco Zero. Per favorire lo sviluppo dell'economia circolare attraverso la lotta allo spreco alimentare, i pasti non consumati provenienti da 5 mense aziendali vengono recuperati e donati a favore di 5 enti no profit. **Il riutilizzo delle eccedenze permette di evitare lo spreco di acqua, energia e consumo di terreno e di ridurre i rifiuti organici da smaltire offrendo al contempo un aiuto concreto ai più bisognosi.** Altrettanto importante è la comunicazione ad un vasto pubblico di queste iniziative, con l'obiettivo di sensibilizzare i cittadini sullo spreco alimentare (<https://www.gruppohera.it/insieme/progetti/ciboamico>).

Gli scarti di cibo non più commestibili possono comunque essere valorizzati: ad esempio, usandoli come

substrato per allevare insetti! Il progetto europeo **Valoribio** ha realizzato un impianto dimostrativo nel quale si allevano mosche soldato: le larve vengono stabilizzate e frazionate nelle componenti lipidica, chitinosa e proteica. A partire da quest'ultima sono state individuate miscele ottimali di componenti per lo sviluppo di bioplastiche (come i teli di pacciamatura) che possano agire anche come **fertilizzanti a lento rilascio** (www.valoribio.eu). L'avreste mai immaginato? Queste sono solo alcune "buone pratiche" ma ne rimangono ancora tante altre da scoprire: se siamo riusciti a suscitare la vostra curiosità per l'economia circolare, non resta che esplorare il sito ICESP; e siccome la creatività non ha limiti, anche voi potreste maturare qualche brillante idea per una impresa circolare innovativa!

Per info: paola.nobili@enea.it

L'acqua? Un mondo avventuroso e colorato

Come ogni mattina, Irene è in bagno pronta a lavarsi i denti e lì fa un incontro eccezionale: Celestina, una gocciolina d'acqua coraggiosa e colorata che arriva giù dal rubinetto per raccontarle il suo incredibile viaggio. Irene conoscerà così il ciclo dell'acqua, dalla produzione alla depurazione degli scarichi, e tanti suggerimenti per il risparmio ma anche come gli uomini usino, e spesso sprechino, questa importante risorsa. Infine scoprirà anche come sia possibile recuperarla, ripulirla e riutilizzarla.

DOI 10.12910/EAI2021-059 / ENEA PER LA SCUOLA PRIMARIA

di Michela Langone e Luigi Petta - Laboratorio Tecnologie per l'uso e la gestione efficiente di acqua e reflui

Come ogni mattina, prima di andare a scuola, Irene salì sul suo sgabello in bagno pronta per lavarsi i denti. Amava tanto l'acqua, si divertiva tantissimo a giocare con la pioggia e le pozzanghere, amava nuotare al mare e in piscina e poi... **L'acqua è davvero utile per tante cose!** Ti disseta, ti pulisce le mani, serve per cucinare e per lavare le cose che sono diventate sporche... E ancora, fa crescere le piante ed è indispensabile per produrre tutto quello che mangiamo e non solo! Ma quella mattina ad aspettare Irene c'era anche una gocciolina celeste e pulita che spuntava dal rubinetto del lavandino del bagno, pronta a **raccontarle una storia incredibile...** "Ciao! ... Ciaooo! Ehi, parlo con te! Non mi vedi? Ooooohi, si BRAVA! Per vedermi devi prestare un po' di attenzione. Hai fatto tardi questa mattina, ti sto aspettando da un po' cercando di non gocciolare via! Mi chiamo Celestina e sono una gocciolina d'acqua. Sono molto piccola e vengo da molto lontano con tante mie amiche, tutte pulite e celestine, proprio come me. A noi goccioline piace stare insieme e viaggiare... E siamo tanto simpatiche! Così tanto che

molti degli amici che incontriamo nei nostri viaggi si appiccicano a noi. **Oggi sono qui per raccontarti l'avventura strepitosa che ho vissuto per arrivare fin qui a casa tua** per lavarti i denti! Ero in un mare caldo, salato e anche con un po' di plastica (SIGH!), quando un pomeriggio, con un sole fortissimo, POUF! Sono diventata vapore e sono salita su in cielo, pulita, leggera e libera dal sale. Insieme a tante altre goccioline d'acqua abbiamo formato una nuvola bianca, che è stata trasportata dal vento verso le montagne. Poi sono arrivate altre nostre sorelle, chi dai laghi, chi dai fiumi, insomma era una gran festa e la nuvola è diventata sempre più pesante e più scura. Quando è arrivato il freddo siamo ritornate pesanti e siamo cadute di nuovo giù sulla terra sotto forma di pioggia, creando poi tanti rivoli d'acqua. Ognuna di noi ha intrapreso una nuova vita: qualcuna è finita in un lago, altre in un fiume per poi ritornare in mare, altre sui tetti delle case, alcune invece si sono fermate ad aiutare alberi e animali che hanno sete... Magari un giorno rincontrerò qualcuna di loro! Io, invece, mi sono infiltrata nella terra, era un po' buio e umido, ma non si sta-

va male... tutta natura! E poi... Un imprevisto! Non si andava più giù perché c'era uno strato impermeabile d'argilla. Qui ho ritrovato tante mie sorelle e insieme abbiamo formato un fiume che scorreva sotto terra. Ma poi ognuna di noi ha preso la sua strada: alcune goccioline sono diventate sorgente, altre hanno aiutato le piante a dissetarsi, altre hanno intrapreso un lungo viaggio per ritornare al mare... Io invece sono stata intercettata da voi **uomini che avete bisogno di tanta acqua per vivere: la usate nelle case, nelle città, nelle industrie e soprattutto in agricoltura per produrre tutto ciò che mangiate.**

Così, sono stata trasportata via attraverso dei grandi tubi ed alcune pompe mi hanno spinto in un posto che si chiama **Impianto di potabilizzazione**, dove sono stata ripulita per poter essere bevuta anche da te senza problemi... Sono così diventata acqua potabile! In quest'impianto, ho saltato di vasca in vasca per togliere via sabbia, terra e qualche "microorganismo" che ho incontrato per strada e si è unito a me. Da lì, poi, sempre con l'aiuto di grandi pompe sono stata spedita nell'**Acquedotto** e dopo essere passata in tanti



tubi sempre più piccoli sono finalmente arrivata a casa tua!”

“Dopo tutto questo viaggio per arrivare fin qui, capirai che bisogna usarli bene! Ad esempio – e questa è una cosa che voi umani fate spesso – non lasciare scorrere il rubinetto aperto se non mi stai usando mentre ti lavi i denti! È come se tutta la fatica che ho fatto per arrivare a te fosse stata inutile... Invece, dopo tutta questa strada merito rispetto e attenzione! Per favore, quindi, cerca di usarli meno e non lasciarmi andare via senza avermi utilizzato nel migliore dei modi... Ed ora sì, vai, puoi usarli per lavarti i denti”.

L'avventuroso viaggio dell'acqua

Irene, ascoltando la storia di Celestina, aveva capito l'importanza di usare l'acqua nel migliore dei modi

e, soprattutto, di non sprecarla! Pensava “È proprio difficile per l'acqua arrivare tutta pulita fino a casa mia. E quando arriva bisogna usarla davvero bene, dopo tutta quella strada che fa!”. Però le veniva un dubbio... **Dove finiscono Celestina e le sue amiche goccioline una volta scese giù nel tubo di scarico?** Le dispiaceva lasciarle andare... Ed era molto curiosa di quali nuove avventure avrebbero vissuto... “Ehi Irene, come mai quella faccia triste? Non devi preoccuparti, sai? Una volta lasciata la tua casa, inizierà un altro viaggio altrettanto emozionante e avventuroso, questa volta però un po' più turbolento, per cercare di ritornare pulita come prima!”

“Devi sapere che quando andrò via e scivolerò giù dal lavandino, mi unirò a tutte le altre goccioline sporche che vengono dalla tua casa, poi a quelle

del tuo palazzo e poi a quelle di tutta la tua città! Si uniranno a noi anche le sorelle che vengono dalla pioggia che cade sui tetti delle case e sulle strade e faremo un bel viaggio tutte assieme attraverso dei lunghi tubi bui che prendono il nome di **fognature**... Purtroppo puzza un po', visto che ci sono anche le goccioline che hanno trascinato via la plin plin e la po' po', ma è un piccolo sacrificio che facciamo per poi arrivare in un posto bellissimo dove ci ripuliremo tutte e ci libereremo da tutto ciò che è rimasto appiccicato a noi... Si chiama... **Impianto di depurazione!** È una specie di salone di bellezza per noi goccioline, dove grazie all'aiuto di super-macchine e di tanti batteri buoni riusciremo a tornare tutte belle e **celestine**... Quasi come mi hai conosciuto questa mattina!

il gioco dei colori dell'acqua sporca, così potrai capire che tipo di sporcizia mi sto portando via! Hai visto che ho cambiato colore?... Son diventata tutta grigia e ho per cappello una bolla di sapone! No dai, non ridere... Sono un po' buffa ma sono sempre io...

Sai, **non tutte le goccioline si sporcano e si colorano nella stessa maniera, dipende dall'uso che hanno avuto:** quando veniamo usate nei lavabi e nelle docce ci si appiccica il dentifricio, il sapone e un po' di sporco e diventiamo **Grigine**; invece, se tu mi avessi bevuto mi avresti ritrovato nella plin plin sarei diventata **Giallina**; mentre le goccioline che provengono dal WC (dalla po pò per capirci) e dalle cucine sono chiamate **Nerine**; quelle che con la pioggia o la neve, cadono invece sui nostri tetti o sulle strade sono dette **Bianchine**, visto che sono già quasi pulite, se non fosse per la sabbia e la terra che trasportano con sè.... Ahahaha.

Se, invece di finire tutte nella stessa fognatura, restiamo separate e **non ci mischiate, potremmo essere ripulite**

meglio, riutilizzate e si potrebbero recuperare tante sostanze preziose che conteniamo! Le **Bianchine** e le **Grigine** non sono molto sporche; possono essere raccolte e ripulite per tanti usi diversi, come ad esempio per irrigare i giardini, innaffiare i prati e i parchi o anche lavare le macchina o spegnere gli incendi; lo stesso vale anche per le **Gialline** da cui si possono recuperare delle sostanze per fare i concimi che fanno bene alle piante, o per le **Nerine**, che provengono dal WC e dalle cucine, con le quali si può produrre un gas simile quello dei fornelli della cucina, che si può utilizzare per scaldare le case o persino produrre l'elettricità; con le **Nerine** ci si fa anche un concime che puzza un po' ma è prezioso per l'agricoltura. E usando lo sporco a me appiccicato alcuni scienziati sono riusciti addirittura a produrre bioplastiche, che non inquinano l'ambiente, oppure materiali per costruire le case, o sostanze che servono per fare le medicine o altri prodotti chimici.”

Irene era affascinata... **Celestina** era

dolce e carina, **Grigina** buffa e simpatica, le goccioline **Gialline**, **Nerine** e **Bianchine** però la facevano proprio riflettere, non ci aveva proprio mai pensato che dentro lo sporco si nascondessero tante sostanze utili da recuperare!

“Ehi Irene, dimenticavo, tutto sarebbe molto più semplice se voi umani imparaste anche ad usarvi meno in casa, a scuola e altrove... So che tu già ci stai pensando, ma per favore dillo anche ai grandi... Possono usarvi meglio anche per produrre cibi e tutte le cose che usano quotidianamente. Ciao, ci rivediamo presto, Irene”.

Da quel giorno Irene stava sempre attenta ad usare poca acqua, chiudeva sempre il rubinetto quando si lavava i denti e le mani, rimproverava la mamma che faceva funzionare la lavastoviglie con pochi piatti e la lavatrice con pochi indumenti, faceva una breve doccia invece che il bagnetto... E soprattutto, **cercava di spiegare a tutti quanto è preziosa l'acqua!**

Per info: michela.langone@enea.it

Compostiamoci bene!

Un sistema per smaltire correttamente e con efficacia i rifiuti organici è quello di trasformarli in compost, in modo da rendere nuovamente disponibili alle piante gli elementi necessari alla loro crescita. Il compostaggio è la forma di riciclo più semplice e più naturale e può essere realizzato direttamente nelle nostre case, fabbricando 'compostiere domestiche' che consentono di 'riprodurre' in tempi rapidi e in uno spazio limitato, un materiale in grado di migliorare le caratteristiche fisiche e chimiche del terreno.

DOI 10.12910/EAI2021-060 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

di Fabio Musmeci - Laboratorio Tecnologie per il Riuso, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali

In natura non esistono rifiuti. Forse avete già sentito questa affermazione da qualche parte. Certo, è vero, in natura lo scarto di ognuno diviene l'alimentazione per un altro. Non si tratta solo del sistema preda-predatore, in cui il leone mangia la gazzella, oppure di chi si nutre di scarti (feci comprese), ma della numerosa comunità di esseri viventi che utilizzano ciò che muore attivando nuova vita. Si tratta dell'opera di veri e propri agenti che effettuano la degradazione di quello che una volta era un albero, una foglia, ma anche la parte di un animale morto. Questi agenti sono composti da esseri di tutte le dimensioni, dai batteri agli insetti fino ad arrivare ai mammiferi più grandi.

La materia vivente così trasformata diviene *humus*, un terriccio molto fertile, contenente le sostanze organiche formatesi in seguito alla decomposizione di esseri animali o vegetali. **Il rifiuto è invece qualcosa di cui vogliamo disfarcì oppure di cui abbiamo l'obbligo di disfarcì. Che cosa è successo allora? Perché sono nati i rifiuti? La risposta è basata su due fatti:**

- l'introduzione da parte dell'uomo di materiali che, non esistendo in natura, non hanno i corrispondenti *agenti decompositori*. Un esempio è la plastica.
- l'accumulo di grandi quantità di

sostanze che, anche se degradabili, sono in dosi tali da costituire un problema specie nelle città. Un esempio è dato dagli avanzi delle cucine e delle mense.

Proprio su questo secondo punto notiamo che nei nostri insediamenti abitativi non abbiamo in circolazione quegli animali superiori che in natura avrebbero mangiato rapidamente questi avanzi.

In una fattoria potrebbe accadere ancora che gli avanzi siano dati ai maiali o ai polli. Ma questo fatto accade sempre più raramente, perché gli allevamenti sono industrializzati e gli animali richiedono alimenti specializzati e privi delle malattie che potrebbero essere trasmesse da avanzi consumati da qualcuno che, per esempio, ha un raffreddore. Quindi si accumulano grandi quantità di scarti organici di cui vogliamo disfarcì, oppure di cui abbiamo l'obbligo di disfarcì. Nascono i rifiuti e il problema della loro gestione.

Il compostaggio

In molte zone e in molti casi vi è però la possibilità di attivare un processo simile a quello naturale di produzione dell'*humus*: il compostaggio. Per questo diremo qui che il compostaggio non è altro che il processo per la

produzione 'artificiale' di *humus*: il compost.

La tecnica del compostaggio serve solo a consentire in tempi più rapidi ed in uno spazio limitato i processi caratteristici dell'ecosistema suolo, dove la sostanza organica viene 'smontata', per rendere nuovamente disponibili alle piante gli elementi necessari alla loro crescita. Nel compostaggio sono attivi batteri che, come noi, respirano consumando ossigeno ed emettendo anidride carbonica. Per questo sono detti aerobici (parola formata da aereo, cioè aria e bio, prefisso correlato con la vita). Il compostaggio è un processo aerobico, da non confondere con i processi anaerobici, che avvengono in assenza di ossigeno, e che sono propri della putrefazione. Con i processi anaerobici è possibile estrarre gas dai rifiuti organici. **Dal punto di vista dell'agricoltura, il compost è un ammendante, un ma-**





teriale cioè in grado di migliorare le caratteristiche fisiche e chimiche del terreno.

Il compost, tra l'altro:

- accresce la fertilità del terreno intesa come capacità di fornire prodotti agricoli, orticoli o florovivaistici;
- trattiene al suolo il carbonio che verrebbe disperso in aria (in forma di anidride carbonica o peggio di metano aumentando l'effetto serra);
- aumenta la capacità di mantenere l'umidità (meno irrigazione);
- facilita la lavorazione del terreno perché esso diviene meno compatto.

Il compost non è un concime, perché non fornisce grandi quantità di nutrienti (come Azoto, Fosforo, Potassio) alle piante rispetto ai concimi veri e propri, anche se il suo contributo non è affatto trascurabile. **Il compostaggio è la forma di riciclo più semplice e più naturale da effettuare. Si può fare anche a casa con il compostaggio domestico.**

Le tre fasi del compostaggio domestico

1. Fase attiva: la temperatura aumenta e la grande disponibilità di nutrimen-

to determina un proliferare dei microrganismi aerobici che decompongono la sostanza organica utilizzando l'ossigeno presente e liberando calore. Durante questa fase vengono distrutti eventuali microrganismi portatori di malattie (patogeni);

2. Destutturazione: la temperatura diminuisce, ma la decomposizione procede, grazie all'insediamento di vari organismi che creano una complessa rete alimentare: miriapodi, isopodi, larve di ditteri e coleotteri, aracnidi, lombrichi, ecc. Se prelevato in questa fase il compost è fresco: ha ancora un certo odore e può essere utilizzato come fertilizzante, spargendolo sul suolo;

3. Maturazione: sui residui della decomposizione di lignina e cellulosa, grazie in particolare all'azione dei lombrichi, si formano i complessi granuli di humus che formano il compost maturo. La setacciatura consente di separare il compost maturo dai residui ancora parzialmente decomposti, da destinare alla formazione del nuovo cumulo.

La durata di questo processo varia in base alla stagione e a ciò che è stato immesso: consideriamo che per fare

il compost in casa servono circa sei mesi. Negli impianti di compostaggio bastano soli tre mesi.

Compostiere da giardino

Per il processo di compostaggio non è necessaria una compostiera, ma è sufficiente allestire un cumulo. Tuttavia, spesso si preferisce utilizzare compostiere appositamente costruite o reperite in commercio che occupano meno spazio, attirano meno animali, consentono di gestire meglio il processo di compostaggio e possono anche essere un gradevole elemento di arredo del giardino. In ogni tipologia di compostiera si possono ritrovare vantaggi e limiti. Quale che sia la tipologia della compostiera, è bene considerare queste regole generali:

- la compostiera deve essere direttamente a contatto con il suolo;
- maggiore è il volume del cumulo, più efficiente sarà il processo di compostaggio: il volume più adatto è di circa un metro cubo; in generale è bene non stare al di sotto dei 600 litri;
- è utile disporre di una copertura asportabile, così da regolare gli afflussi di acqua meteorica;
- la compostiera non deve essere esposta in pieno sole, ma neppure completamente all'ombra.

Che cosa mettere nella compostiera

In generale tutti i materiali organici vanno bene. Alcuni però devono essere evitati in quanto potrebbero creare problemi come il rallentamento del processo, il richiamo di animali indesiderati, l'emanazione di cattivi odori. Una buona miscelazione garantisce un corretto andamento del processo. Nel caso di grandi cumuli di foglie o di materiale legnoso tritato, può essere utile aggiungere integratori in grado di bilanciare il rapporto tra carbonio e azoto (composti organici dell'azoto, cornunghia, pollina, ecc.). Buon compostaggio!

Per info: fabio.musmeci@enea.it

Ma quali rifiuti! I nostri vecchi computer sono una vera e propria miniera

I nostri computer sono miniere di metalli di valore e strategici - oro, argento, rame, ma anche terre rare - ovvero elementi chimici molto ricercati e difficili da trovare. Prima di buttare un vecchio pc, quindi, è importante verificare se non lo si può riparare. E se davvero non c'è niente da fare, non teniamolo in casa per mesi o non gettiamolo nel contenitore dell'indifferenziato, ma portiamolo nei "Centri di raccolta". Da lì verrà inviato agli impianti di recupero dei materiali. A questo scopo ENEA ha sviluppato e brevettato un processo innovativo ed ha realizzato un impianto di nome ROMEO.

DOI 10.12910/EAI2021-061 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

di Federica Forte e Danilo Fontana - Laboratorio Tecnologie per il Riuso, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali

Il mio vecchio computer pieno di foto e di ricordi ha smesso di funzionare. Da qualche giorno era un po' lento, ci metteva tempo ad aprire i documenti e poi, improvvisamente, lo schermo è diventato nero e non ha dato più segni di vita. Che faccio, lo porto a riparare e lo tengo ancora un po', oppure lo butto via, in una discarica in mezzo ad altri rifiuti? Ma siamo proprio sicuri che sia un "rifiuto"?

In realtà, un computer è uno strumento sofisticato e per farlo funzionare vengono utilizzati materiali e metalli pregiati costosissimi che in una discarica andrebbero persi per sempre. Iniziamo allora il nostro viaggio alla scoperta della miniera che si nasconde al suo interno!

Come si può vedere dalla Figura 1, nel nostro PC sono presenti almeno sei componenti diverse: partendo da sinistra e facendo scorrere lo sguardo in senso orario, vediamo lo schermo LCD, la batteria, la tastiera, gli altoparlanti (nei PC nuovi sono ormai incorporati e non si vedono), e infine la scheda elettronica e l'hard disk, che sono all'interno del PC e per vederli dobbiamo aprirlo come

una scatoletta di tonno. La scheda elettronica è il cuore del computer, quella che fa funzionare tutto quanto, mentre l'hard disk (in italiano disco rigido) è la memoria, cioè il luogo in cui vengono immagazzinati tutti i dati e le informazioni che immettiamo nel PC quando lo usiamo.

Oro, argento, rame e "terre rare"

Iniziamo dalla scheda elettronica che contiene tanti metalli preziosi. Come si vede in Figura 2, se consideriamo una tonnellata di schede elettroniche estratte dai vecchi PC, possiamo recuperare un bel po' di oro, argento

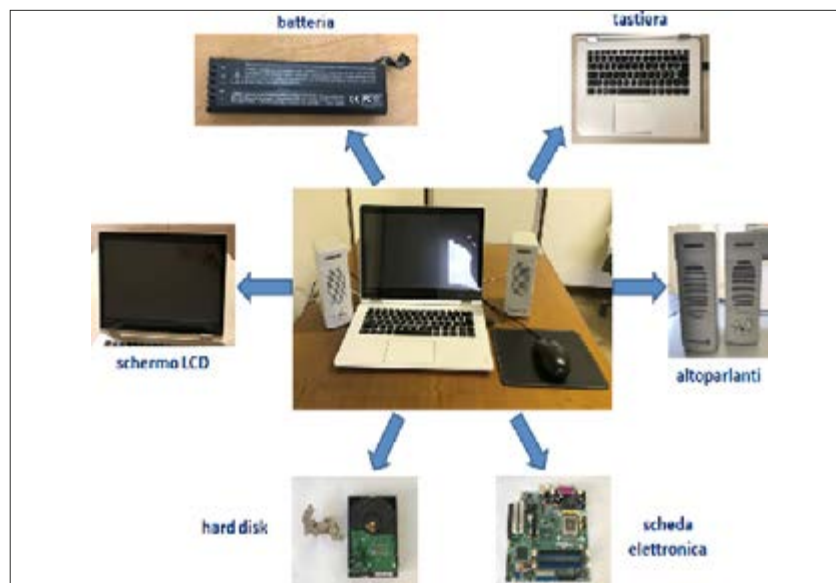


Fig.1 Le diverse componenti del nostro computer



e rame (ben 130 kilogrammi!). E il valore di tutti questi metalli recuperati è di oltre 10.000 euro!

Nell'hard disk si nascondono anche le cosiddette "terre rare"! Si tratta di elementi chimici che in passato si credeva fossero presenti solo in minerali rari (oggi sappiamo che non è esattamente così) e che suscitano molto interesse per le loro caratteristiche specifiche, soprattutto nella produzione di oggetti tecnologicamente molto avanzati, come gli smartphone, i computer, le auto elettriche; praticamente sono in molti oggetti che utilizziamo anche se non li vediamo. Nell'hard disk e negli altoparlanti del nostro PC, ad esempio, ne troviamo ben tre: il neodimio, il disprosio ed il praseodimio.

Nascosto fra i sottilissimi strati del-

lo schermo piatto troviamo invece l'indio, un metallo molto tenero, bianco argenteo, frequentemente utilizzato in elettronica. A pensarci bene, lo schermo piatto è davvero sorprendente! Al suo interno oltre all'indio troviamo anche le lampade fluorescenti, lunghe e sottili, che contengono altre terre rare, in particolare ittrio ed europio.

Infine, la batteria del nostro PC è una batteria agli ioni di litio; se potessimo aprirla vedremmo certamente il litio e il cobalto, due metalli utilizzati in tanti settori, ma in particolare per le batterie ricaricabili. **Oggi le batterie sono richiestissime in quanto ci consentono di utilizzare senza problemi qualsiasi dispositivo digitale portatile, come i cellulari, i PC, i tablet.** E non dimentichiamoci poi della plastica,

che è presente nella tastiera, così come del rame contenuto nei cavi elettrici.

Valorizzare

Le terre rare, così come altri minerali fra i quali l'indio, il cobalto, l'oro e molti altri elementi, vengono estratti dalle miniere con processi complessi che, come tutte le attività minerarie, possono avere un importante impatto ambientale. Per questo motivo non possiamo certo lasciarci scappare questa 'miniera', gettando i nostri computer nell'indifferenziato, con il rischio che finiscano in discarica dove tutti questi materiali preziosi e strategici si perdano per sempre!

Proviamo a capire cosa si può fare per valorizzare questa immensa ri-

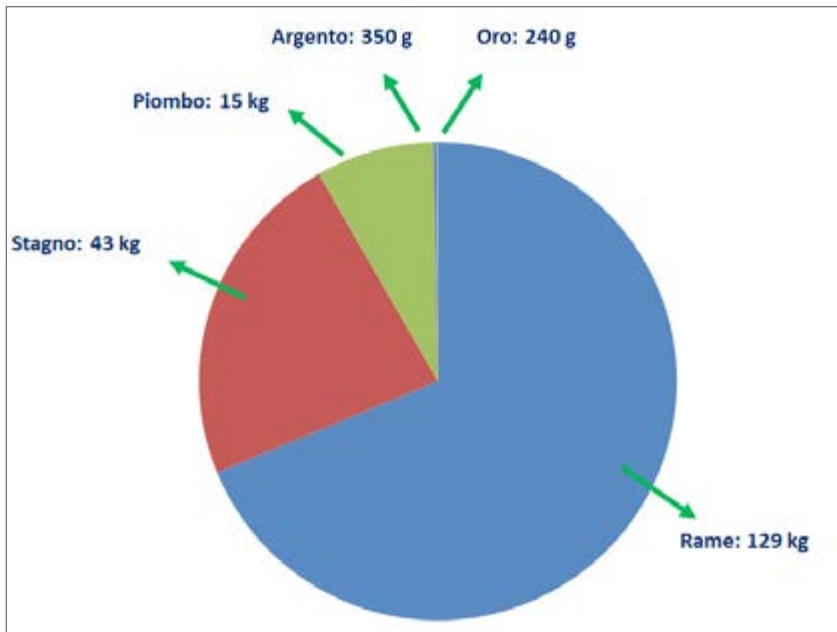


Fig.2 I metalli contenuti nelle schede elettroniche [1]

sorsa che abbiamo! Quando ci rendiamo conto che il nostro computer ormai non funziona più, proviamo a vedere innanzitutto se è possibile sostituire qualche componente in modo da allungargli un pò la vita!

Non gettiamolo subito via, a volte basta davvero poco per rimetterlo in sesto.

Se poi davvero non c'è più nulla da fare, allora non teniamolo in casa per mesi e mesi o, ancora peggio, non

gettiamolo nel contenitore dell'indifferenziato, ma portiamolo nei cosiddetti "Centri di raccolta" più vicini alla nostra abitazione, dai quali il nostro PC sarà inviato agli impianti per essere correttamente trattato. Esistono, infatti, alcune tecnologie molto interessanti che consentono di aprire il PC, separare tutte le componenti che abbiamo visto in Figura 1 e trattare ognuna di esse in modo da recuperare l'oro, l'argento, il cobalto e tutti i materiali presenti. L'ENEA, ad esempio, ha sviluppato un processo di recupero dei metalli dalle schede elettroniche dei PC ed ha realizzato l'impianto ROMEO. I materiali così recuperati, invece di diventare rifiuti potenzialmente molto inquinanti, possono essere utilizzati per produrre nuovi PC o anche altre apparecchiature!

Questo si chiama "Economia Circolare": i prodotti usati, invece di finire in discarica, ricominciano una nuova vita, come prodotti nuovi di zecca!

Per info: federica.forte@enea.it

Con ROMEO vecchi computer e cellulari diventano preziose materie prime

Presso il Centro di ricerche ENEA della Casaccia, vicino a Roma, è stato realizzato il primo impianto pilota in Italia per il recupero di materiali preziosi dalle schede elettroniche di vecchi computer e cellulari. Si chiama ROMEO (Recovery Of METals by hydrOmetallurgy) e grazie ad un processo a basso impatto ambientale brevettato da ENEA, è in grado di estrarre fino al 95% di oro, argento, platino, palladio, rame, stagno e piombo - selezionando anche il grado di purezza dei metalli recuperati in funzione delle esigenze di mercato - trasformando così i Rifiuti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (RAEE) in una risorsa.

REFERENCES

1. D. Fontana, M. Pietrantonio, S. Pucciarmati, F. Forte. (2019), "Il recupero di metalli di elevato valore da schede elettroniche fuori uso: una soluzione tecnologica avanzata". La Termotecnica, pagg. 28-31.

Sai cosa mangi? L'importanza di cibi di qualità, sicuri e rintracciabili

La coltivazione, produzione e trasformazione dei prodotti agricoli a uso alimentare è un settore chiave per l'economia, ma di importanza strategica anche per la salute dei cittadini. Per il nostro Paese, l'agroalimentare rappresenta un'eccellenza per la qualità, la sicurezza, l'innovazione, la sostenibilità, della biodiversità e del rispetto della tradizione e del legame con il territorio ed il patrimonio culturale. Il mondo della scuola offre grandi opportunità per trasmettere alle nuove generazioni l'importanza di avere prodotti di qualità, sicuri e rintracciabili.

DOI 10.12910/EAI2021-062 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO

di Claudia Zoani - Divisione Biotecnologie e Agroindustria, Ombretta Presenti - Laboratorio Biotecnologie

La coltivazione, produzione e trasformazione dei prodotti agricoli destinati all'alimentazione, ovvero l'agroalimentare, è un settore chiave per l'economia ed il commercio, di importanza strategica in Italia e in Europa anche per la salute e la sicurezza dei cittadini e la sostenibilità delle produzioni. In particolare, nel nostro Paese, l'agroalimentare rappresenta un'eccellenza sul piano della qualità, della sicurezza, dell'innovazione, della sostenibilità, della biodiversità, del rispetto della tradizione e del legame con il territorio ed il patrimonio culturale. Qualità, sicurezza e rintracciabilità rappresentano i concetti cardine, strettamente interconnessi tra loro e con la salute, integrandosi nel più ampio concetto di "food integrity" ad indicare alimenti sani, nutrienti, sicuri, gustosi, autentici, tracciabili e prodotti in maniera etica, rispettosa dell'ambiente e sostenibile.

Un aspetto importante è la necessità di rintracciare i prodotti alimentari lungo l'intera filiera – produzione, distribuzione, vendita, conservazione – applicando un approccio integrato e multi-actor, che coinvolga cioè tutti

gli attori interessati. È essenziale tenere conto di tutto quanto influenza la qualità & sicurezza degli alimenti, dalle materie prime, all'ambiente di produzione primaria, i mangimi, i processi di produzione, distribuzione e conservazione, i materiali a contatto e le procedure di preparazione e conservazione domestica. Un altro elemento chiave è la valorizzazione degli scarti e sotto-prodotti dei processi di produzione, che possono essere a loro volta riutilizzati in un approccio di economia circolare o simbiosi industriale, in modo da ridurre gli sprechi e accrescere il controllo e la rintracciabilità del surplus alimentare, a beneficio della sostenibilità dei sistemi agroalimentari.

Qualità, sicurezza e rintracciabilità

La ricerca di una qualità elevata, di alimenti sicuri e 'trasformati' il meno possibile, sta diventando sempre più il criterio-guida dei consumatori di oggi. In questo contesto, è importante promuovere la ricerca, l'innovazione e lo sviluppo tecnologico per garantire adeguati sistemi di controllo, in modo da poter identificare fin da subito eventuali frodi e contaminazioni e dotare il siste-

ma agroindustriale di strumenti tecnologicamente avanzati per valorizzare le produzioni di qualità, promuovere l'internazionalizzazione e prevenire le crisi alimentari. Parallelamente, è essenziale sviluppare nuove strategie di comunicazione ed educazione alimentare, rafforzando la collaborazione e l'integrazione tra il mondo della ricerca, le agenzie di ispezione e controllo, i policy makers, le aziende e i cittadini, verso l'obiettivo comune di garantire affidabilità, trasparenza, consapevolezza e fiducia. Da questo punto di vista, il mondo della scuola offre opportunità di grande rilievo per trasmettere sin da subito, partendo già dal ciclo delle primarie, l'importanza della sostenibilità, della sicurezza delle produzioni agroalimentari e di contenerne al massimo l'impatto della produzione-distribuzione-vendita-conservazione.

Alle nuove generazioni possono essere trasmessi concetti semplici, ma di grande valenza, a iniziare dalla qualità degli alimenti, da considerarsi nel suo significato più ampio di "maggior possesso di caratteristiche positive". Oltre all'assenza di pericoli e al minor contenuto di sostanze nocive, un alimento può essere

considerato “di qualità” per: la maggior presenza di nutrienti e/o di sostanze nutraceutiche; le migliori caratteristiche organolettiche (come l'odore, il sapore, il colore etc); la conservabilità e facilità d'uso; una composizione adeguata a particolari esigenze dietetiche connesse allo stato di salute, all'età, allo stile di vita; la conformità rispetto a parametri predefiniti (di origine, di composizione).

Definiamo quindi i “**nutrienti**” come quelle sostanze che, una volta assorbite dall'organismo, gli forniscono energia o consentono la crescita, il funzionamento o la riparazione dei suoi tessuti (si distinguono: macronutrienti – proteine, carboidrati, lipidi; micronutrienti – vitamine e minerali); le “**sostanze nutraceutiche**” come i principi nutritivi contenuti negli alimenti che hanno effetti benefici sulla salute (“nutrizione”

+ “farmaceutica”); gli “**alimenti funzionali**” come quegli alimenti che, oltre ai loro valori nutrizionali di base, contengono sostanze regolatrici su alcune funzioni vitali in grado di recare benefici fisiologici a chi li consuma. Negli ultimi decenni, in parallelo al crescente interesse dei consumatori per alimenti di qualità, è notevolmente aumentata la conoscenza sul ruolo della dieta nel modulare la composizione e la funzione del microbioma intestinale (ovvero l'insieme del patrimonio genetico formato dai microorganismi che popolano il nostro intestino).

Il diritto ad alimenti sicuri e sani di standard elevati

La sicurezza alimentare si declina in termini di “*food security*”, cioè di una sufficiente disponibilità di adeguate

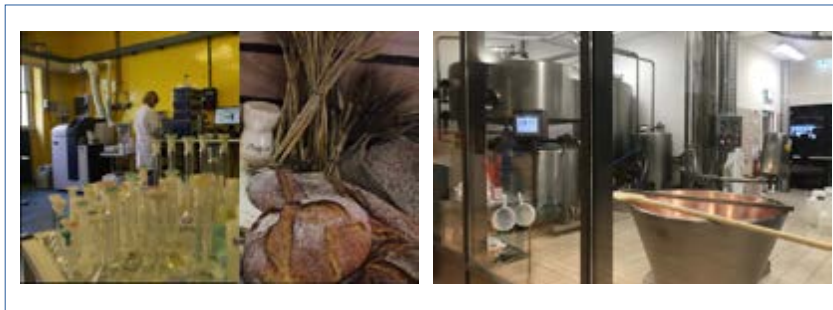
quantità di cibo, e di “*food safety*”, cioè di assenza di rischi legati ad agenti biologici, chimici o fisici in grado di mettere in pericolo la salute. La sicurezza (*safety*) deve essere vista sia come assenza di pericoli immediati derivanti dal consumo dell'alimento, sia come un basso rischio di assumere sostanze tossiche o nocive attraverso la dieta. Altri aspetti essenziali riguardano la sicurezza igienico-sanitaria degli alimenti, sia attraverso la contaminazione microbiologica, sia attraverso la presenza di contaminanti organici e inorganici, che possono derivare nella fase di produzione dai processi di trasformazione, conservazione e preparazione. L'approccio dell'Unione Europea alla sicurezza alimentare si basa sul presupposto essenziale che i cittadini europei devono avere accesso ad alimenti sicuri e sani di standard elevati e



tiene conto in maniera integrata della tutela della salute e del benessere degli animali, della salute vegetale e dell'ambiente, avendo questi obiettivi generali:

- livello elevato di tutela della vita e della salute umana;
- definizione di misure coerenti dal campo alla tavola (*Farm to Fork*) e garanzia di un adeguato monitoraggio;
- garanzia di un mercato interno efficace;
- tutela dei consumatori, comprese le pratiche leali nel commercio degli alimenti;
- libertà di circolazione all'interno della Comunità Europea degli alimenti e dei mangimi prodotti o immessi sul mercato nel rispetto dei principi e dei requisiti generali di sicurezza.

Infine, il terzo concetto-chiave è la rintracciabilità, ovvero “la possibilità di ricostruire e seguire il percorso di un alimento, di un mangime, di un animale destinato alla produzione alimentare o di una sostanza destinata o atta ad entrare a far parte di un alimento o di un mangime attraverso tutte le fasi della produzione, della trasformazione e della distribuzione”. I sistemi per la rintracciabilità di materie prime e prodotti svolgono un ruolo chiave a garanzia della qualità & sicurezza alimentare, con il più ampio scopo di documentare la storia di un prodotto lungo l'intera filiera, dal campo alla tavola. Lo scopo è quello di far sì che tutto ciò che entra nella catena alimentare (mangimi, animali destinati al consumo umano, alimenti, ingredienti, additivi, ecc.) conservi traccia della propria storia, seguendo il percorso che va dalle materie prime fino al consumo finale. Adeguati sistemi di rintracciabilità consentono anche di prevenire frodi e sofisticazioni e di ridurre il rischio. **La determinazione dell'autenticità dei prodotti alimentari** è uno degli aspetti più importanti, specialmente per quanto riguarda la classificazione dell'origine; definire la provenienza di un alimento significa individuare e garantire la regione in cui



Le immagini sono un collage di foto relative a laboratori e impianti che operano nel settore agroalimentare.

è stato prodotto, e quindi l'origine geografica, ma anche verificarne l'origine botanica o zoologica.

La Citizen Science uno strumento per favorire partecipazione di studenti e docenti

La Citizen Science, cioè la “scienza dei cittadini” o “scienza partecipata”, definisce il coinvolgimento e la partecipazione attiva e consapevole di persone di età, formazione ed estrazione sociale diverse in attività di ricerca scientifica. La Citizen Science può essere quindi definita come “partecipazione attiva del pubblico alla ricerca scientifica”.

Si tratta di una collaborazione volontaria finalizzata alla raccolta e analisi di dati, sviluppo di conoscenze e ampliamento degli orizzonti applicativi delle scienze. Le applicazioni della Citizen Science sono sempre più numerose e le discipline che possono vantare esempi positivi in questo senso, sono in continua crescita. Tra queste, anche le molte discipline legate al settore agroalimentare, quali la chimica, la biologia, la nutrizione, le scienze e tecnologie alimentari, le scienze ambientali e le scienze gastronomiche. In particolare, **sono molteplici le esperienze che vedono coinvolti studenti e insegnanti.**

Molti dei progetti di citizen science sono dedicati alla qualità, alla sicurezza e alla rintracciabilità alimentare e rappresentano un valido strumento sia per i docenti che per gli studenti per conoscere e apprendere in maniera informa-

le e partecipata tutte le caratteristiche degli alimenti e per affrontare insieme e attivamente i temi della qualità, sicurezza e rintracciabilità, con iniziative diverse indirizzate alle scuole di diverso ordine e grado. Docenti e studenti sono coinvolti insieme ai ricercatori in attività di osservazione, catalogazione e raccolta dati.

I progetti di Citizen Science rappresentano un approccio innovativo e strutturato di didattica e, grazie alle tecnologie digitali, le attività di rilevazione sono supportate da specifici “kit di lavoro” quali app, questionari, tools digitali che permettono di lavorare in classe, in gruppo o individualmente. L'introduzione nei progetti di Citizen Science di meccanismi di gioco (*gamification*), le interazioni sociali con i ricercatori, l'organizzazione di Social Labs e laboratori creativi e l'utilizzo di incentivi, prevalentemente in forma di riconoscimento pubblico online, si dimostrano sempre più efficaci nell'attrarre l'interesse degli studenti e nell'aumentarne la partecipazione: di conseguenza, gli studenti che si avvicinano a questo tipo di esperienze saranno sicuramente consumatori più consapevoli.

Il ruolo dell'ENEA

ENEA sta portando avanti progetti di ricerca & sviluppo nazionali e internazionali per la messa a punto di metodologie analitiche per **identificare e quantificare i contaminanti organici** (es. micotossine, diossine e furani, residui di fitofar-

maci e farmaci veterinari) ed **inorganici** (elementi tossici e potenzialmente tossici) in materie prime e prodotti. L'obiettivo è di valutare il rischio di trasferimento all'agro-ecosistema di produzione primaria e poi lungo la filiera, considerando tutti i 'prodotti' di interesse: intermedi di lavorazione e sottoprodotti, scarti, mangimi, matrici ambientali legate all'agro-ecosistema di produzione, materiali a contatto con gli alimenti. Inoltre è impegnata nell'applicazione di **tecnologie omiche** – genomica, trascrittomica, metagenomica, proteomica, metabolomica – per caratterizzare in modo completo i prodotti alimentari a livello molecolare, analizzando i componenti di proteine/espressione genica/microbioma/metaboliti ed i cambiamenti di composizione durante la produzione, lo stoccaggio e il trasporto.

I ricercatori della Divisione Biotecnologie e Agroindustria stanno poi **sviluppando metodologie per individua-**

re markers e profili caratteristici per dimostrare l'autenticità e l'origine dei prodotti e tecnologie innovative per valorizzare sottoprodotti di diverse filiere agroindustriali, ottenere prodotti ad alto valore aggiunto, sviluppare packaging innovativo (attivo, intelligente, sostenibile), e nuovi sistemi di rintracciabilità collaborativa, attività di comunicazione, diffusione e co-creation.

In questo contesto si inserisce l'Infrastruttura di Ricerca METROFOOD-RI (www.metrofood.eu), coordinata da ENEA, che si propone come obiettivo di promuovere l'eccellenza scientifica nel campo della qualità & sicurezza alimentare attraverso un approccio interdisciplinare alla qualità, sicurezza, tracciabilità ed autenticità degli alimenti, integrato con i temi dello sviluppo sostenibile, dell'economia circolare, della sicurezza ambientale e della salute umana. Tutto ciò rendendo disponibili servizi avanzati di metrologia a supporto del

settore agroalimentare.

L'offerta scientifica è indirizzata a una **vasta gamma di utenti**, quali: il mondo della ricerca; le agenzie d'ispezione e controllo, gli enti territoriali e in generale le istituzioni impegnate nel garantire la sicurezza alimentare, la lotta alle contraffazioni, la salute; gli operatori del settore agroindustriale (PMI e grandi imprese) e le associazioni di produttori; i consumatori, le associazioni di consumatori e più in generale i cittadini. Vengono inoltre promosse azioni di co-creation e l'applicazione della citizen science, anche attraverso l'**organizzazione di Social Labs** che vedono il coinvolgimento di tutti gli attori del sistema agroalimentare per discutere, condividere e definire priorità, strategie e linee di azione e per la messa a punto e il trasferimento di tecnologie e strumenti innovativi.

Per info: claudia.zoani@enea.it

Il ruolo dei microrganismi per un cibo sano e sostenibile

Sotto i nostri piedi si nasconde un universo invisibile e ancora inesplorato che svolge un ruolo essenziale per la salute del suolo e la produttività delle specie vegetali. Si tratta dei microrganismi – batteri, lieviti, funghi, virus - che rappresentano un'arma vincente per la salvaguardia dell'ecosistema e svolgono un importante ruolo anche nei processi di mitigazione dei cambiamenti climatici. ENEA è fortemente impegnata nella valorizzazione e applicazione delle risorse microbiche.

DOI 10.12910/EAI2021-063 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO

di Annamaria Bevivino - responsabile Laboratorio Sostenibilità, Qualità e Sicurezza delle Produzioni Agroalimentari e Antonella Del Fiore - Laboratorio Sostenibilità, Qualità e Sicurezza delle Produzioni Agroalimentari

I microrganismi si trovano ovunque, negli esseri umani, nelle piante, negli animali, negli ambienti terrestri e marini. Grazie al loro sorprendente potenziale metabolico svolgono funzioni essenziali per la sostenibilità dei sistemi agro-alimentari, forniscono benefici al pianeta e a tutto ciò che vive su di esso [Fig. 1] ed hanno un ruolo chiave nelle produzioni agricole. Ad esempio, contribuiscono in maniera significativa alla salvaguardia della fertilità del suolo e della nutrizione delle colture, oltre che alla crescita delle piante, alla lotta biologica contro i principali patogeni delle derrate alimentari¹ e alla trasformazione degli alimenti². Pertanto la loro presenza e la loro biodiversità sono funzionali al sostentamento degli organismi viventi sulla Terra.

I microbiomi e i processi di trasformazione degli alimenti

I microrganismi svolgono, fin dall'antichità, un ruolo chiave anche nella trasformazione degli alimenti. Le fermentazioni microbiche rappresentano infatti la prima e più antica forma di processo di trasformazione e stabi-

lizzazione degli alimenti e quindi di tecnologie alimentari. I primi esempi di alimenti fermentati (pane e bevande alcoliche), derivanti da cereali, si hanno a partire dal 9.000 AC circa, con la nascita delle pratiche dell'agricoltura e dell'allevamento. Nella moderna industria microrganismi di trasformazione o pro-tecnologici (batteri, lieviti, muffe) vengono impiegati, sotto forma essenzialmente di ceppi o colture miste selezionati, più raramente di colture miste naturali, nei processi produttivi di alcuni tra i più importanti prodotti agroalimentari italiani (ad esempio, formaggi, pane, vino, birra, salumi). Le colture microbiche sono utilizzate come starter principali nei processi fermentativi che caratterizzano la produzione di bevande alcoliche, yogurt e altri cibi fermentati (ne sono un esempio le fermentazioni lattiche ed alcoliche). In altri processi produttivi esse concorrono invece, alla definizione di aspetti (sensoriali, reologici, nutrizionali/funzionali o legati alla conservabilità e alla salubrità) relativi alla qualità dei prodotti.

L'ambito industriale degli starter microbici è estremamente dinamico,

fortemente focalizzato sulla ricerca e applicazione di nuovi ceppi e formulazioni che permettano di rispondere a puntuali esigenze di diversificazione di prodotto o processo. La realizzazione di alimenti ad elevato valore aggiunto, con un ruolo benefico nel modulare la composizione e la funzione del microbioma intestinale (ovvero l'insieme del patrimonio genetico formato dai microrganismi che popolano il nostro intestino) e nel prevenire molte malattie rappresenta senza dubbio una delle più importanti modalità di impiego/valorizzazione dei ceppi microbici in ambito agroindustriale. In questi ultimi anni nell'industria alimentare si sta sempre più diffondendo l'utilizzo di postbiotici, composti di derivazione batterica rilasciati a seguito dei processi di fermentazione di matrici alimentari da parte dei batteri probiotici vivi o dalla loro lisi. I postbiotici trovano importanti applicazioni come supplementi per bilanciare la dieta e migliorare l'omeostasi intestinale ma anche per aumentare la conservabilità e la stabilità degli alimenti, inibendo ad esempio la crescita del biofilm microbico, o agendo all'interno di confezioni, o, ancora,

controllando e degradando contaminanti chimici quali micotossine e pesticidi [1].

La salute del suolo per un cibo sano e sostenibile

In questi ultimi anni, la crescita demografica, l'urbanizzazione e l'aumento del reddito medio hanno portato la domanda di alimenti (prodotti dell'agricoltura e prodotti trasformati) a livelli mai raggiunti e ne hanno modificato la composizione. La necessità di produrre cibo in maniera sempre più intensiva ha aumentato la pressione sulle risorse naturali che sono alla base

dell'agricoltura, determinando un aumento della deforestazione, delle emissioni di gas serra e della degradazione del suolo, che coinvolge circa il 33% del suolo mondiale e il 25 % dei terreni agricoli dell'Unione Europea [2]. Terra, acqua, fertilità del suolo, biodiversità sono risorse limitate, il cui sfruttamento non può protrarsi all'infinito. Occorrono pertanto soluzioni innovative per la loro salvaguardia, imprescindibile per la continuazione dell'esistenza del nostro pianeta. Il suolo è una risorsa fondamentale per la vita sulla Terra, fornisce infatti il cibo necessario all'uomo per la sua sopravvivenza. Tale risorsa è però or-

mai da tempo fortemente indebolita a causa dei cambiamenti climatici e dello sfruttamento antropico. La tutela del suolo, attraverso la Mission "Soil Health and Food", è uno degli obiettivi del Programma Quadro Europeo per la Ricerca e l'Innovazione Horizon Europe per il periodo 2021-2027. La missione sostiene lo sviluppo di soluzioni per salvaguardare/ripristinare la salute e le funzioni del suolo, sfruttarne in maniera sostenibile e piena il potenziale e mitigare gli effetti del cambiamento climatico. L'efficacia delle soluzioni sviluppate ha, quale prerequisito, la piena consapevolezza dell'importanza del suolo e quindi del-

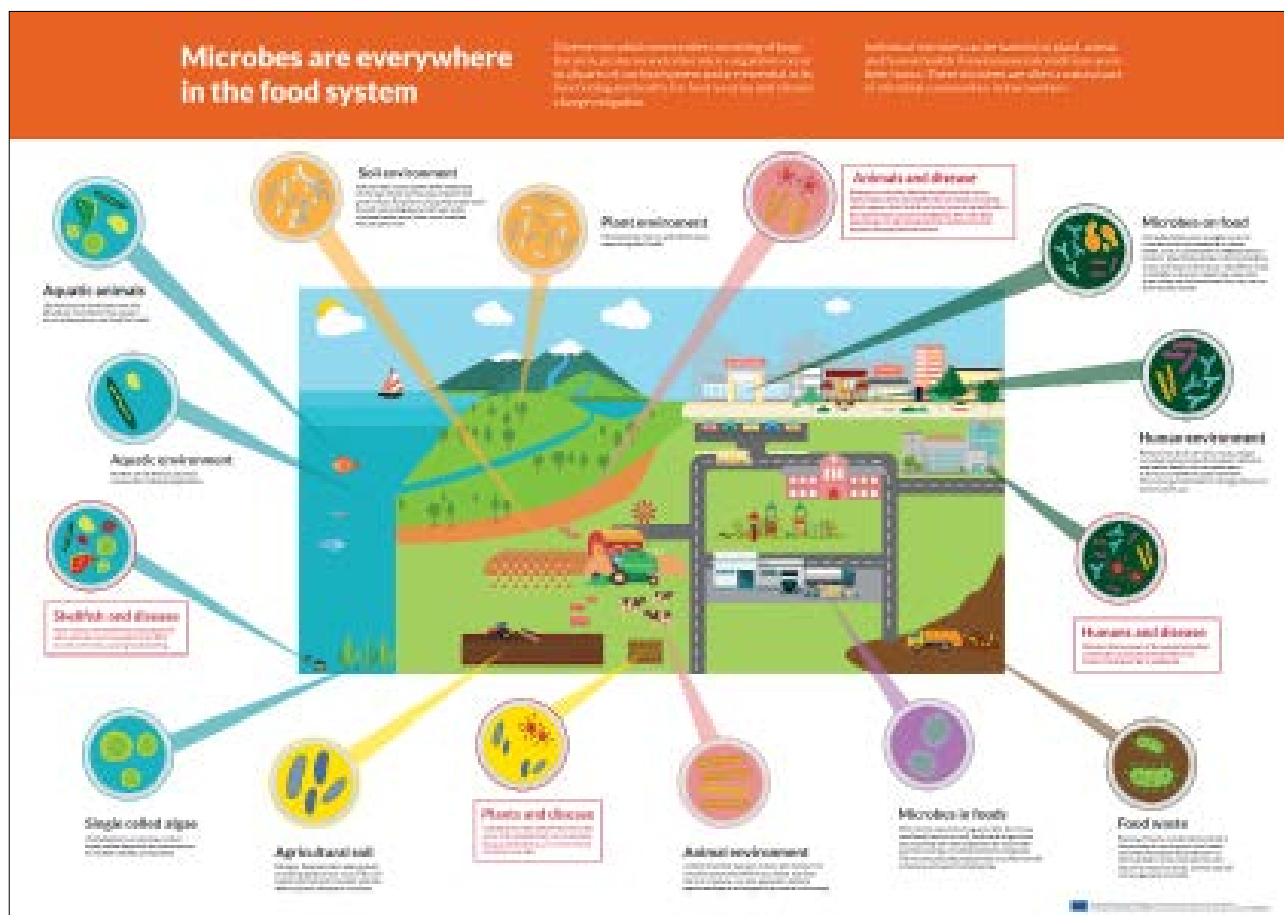


Fig1 I microrganismi nel sistema alimentare. Tratto da: Microbiome Support Action]. <https://www.microbiomesupport.eu/wp-content/uploads/2020/06/A4-infographic.jpg>. I microrganismi sono essenziali per la salute delle piante, degli animali, dell'uomo e dell'ambiente, per la qualità e sicurezza alimentare, nonché nei processi di decomposizione dei rifiuti alimentari.

Microbiota e microbioma

Negli ultimi anni le comunità microbiche sono comunemente indicate con il termine “microbiota” o, più impropriamente, “microbioma”. I due termini vengono spesso usati come sinonimi ma in realtà non lo sono. La parola microbioma deriva dal greco *micro* che significa "piccolo" e *bíos* che significa "vita". Con questo termine, secondo la recente definizione di un gruppo di esperti internazionali nell'ambito del Microbiome Support Action [4], non ci riferiamo soltanto ad una caratteristica comunità di microrganismi viventi o *microbiota* (composta prevalentemente da batteri, archaea, funghi, virus) che occupano un ambiente ben definito o habitat, con proprietà distinte, ma anche al loro teatro di attività, che comprende il loro patrimonio genetico, proteine/peptidi, lipidi, polisaccaridi, metaboliti microbici. Quando studiamo i microbiomi dobbiamo avere una concezione olistica, da “biologia dei sistemi”, per poter integrare le conoscenze derivanti dall'analisi delle moltissime componenti sia strutturali che funzionali che interagiscono in un particolare habitat. Sfruttare in tutte le sue potenzialità il “microbioma” per migliorare la produttività e la qualità degli alimenti rappresenta quindi una strada promettente per trasformare i sistemi agricoli e alimentari, e pervenire alla realizzazione di una agricoltura di nuova generazione, realmente sostenibile [5].

la sua tutela, da parte dei cittadini, attraverso un loro attivo coinvolgimento. In questo contesto, i microrganismi ricoprono un ruolo di primo piano.

Il suolo costituisce infatti un'importante riserva di biodiversità microbica. Con questo termine vogliamo indicare non solo l'abbondanza e la diversità dei microrganismi, ma anche il loro mutare nel tempo e nello spazio, le relazioni che intercorrono tra i diversi microrganismi nonché il ruolo che essi svolgono.

Sotto i nostri piedi si nasconde un universo invisibile, e ancora inesplorato, di microrganismi che svolgono un ruolo essenziale nella salvaguardia delle funzioni ecosistemiche del suolo e della sua fertilità. In ogni

grammo di suolo, infatti, troviamo milioni di microrganismi, che svolgono molteplici funzioni benefiche quali la fissazione dell'azoto, la solubilizzazione del fosforo, la produzione di fitormoni, siderofori, auxine, vitamine, molecole di estrema utilità per le piante, e di antagonismo nei confronti dei patogeni vegetali. **I microrganismi rivestono un ruolo essenziale nei cicli biologici,** degradando la sostanza organica degli organismi morti e liberando nell'ambiente circostante le sostanze inorganiche che vengono poi assorbite dalle piante, ritrasformate in composti organici e reintrodotte nella catena alimentare.

La salute del suolo è alla base della produzione alimentare, e un suolo

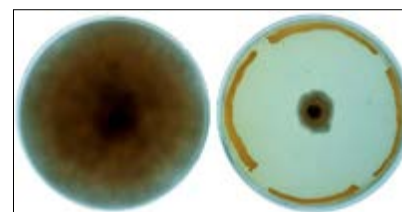


Fig2 Esempio di un batterio antagonista. *Burkholderia ambifaria* (genus *Burkholderia*, family *Burkholderiaceae*) MCI 22 è un batterio isolato dalla radice di mais ([https://doi.org/10.1016/S0168-6496\(98\)00069-5](https://doi.org/10.1016/S0168-6496(98)00069-5)). L'immagine illustra la sua attività antagonista nei confronti del fungo fitopatogeno *Fusarium culmorum* in un saggio su piastra. A sinistra, *Fusarium culmorum* (controllo); a destra, il fungo (al centro) e il batterio seminato ai bordi della piastra. I due microrganismi (il patogeno fungino e l'antagonista batterico) sono stati moltiplicati su piastre di King's B medium alla temperatura di 28°C. La capacità antagonistica è stata valutata in base alla riduzione di crescita del patogeno fungino.

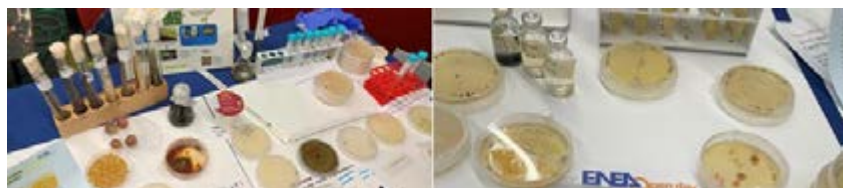


Fig2 Immagini della collezione microbica ENEA presentata il 27 Settembre 2019 in occasione dell'Open Day della Ricerca. Compongono la collezione circa 1.500 microrganismi (batteri, funghi, alghe, virus) e consorzi microbici isolati da diverse matrici ambientali ed ecosistemi naturali, con notevoli potenzialità applicative in diversi settori.

popolato da microrganismi che svolgono funzioni regolatrici della salute e della produttività delle specie vegetali rappresenta un'arma vincente per la salvaguardia dell'intero ecosistema e per i processi di mitigazione dei cambiamenti climatici. Oggi più che mai si avverte la necessità di ripartire

dai microrganismi, e sfruttare le loro potenzialità per produrre cibo sano, nutriente e sostenibile, secondo il concetto “one health” (salute globale), ovvero mettendo in primo piano il legame

indissolubile tra il benessere della natura e la salute umana [3]. Le applicazioni di microbiomi possono rendere possibile l'adozione di sistemi di produzione agricola più sostenibili, contribuendo a

migliorare la salute del suolo e la qualità dei prodotti alimentari.

Per info: annamaria.bevivino@enea.it
antonella.delfiore@enea.it

La collezione microbica ENEA

Presso il Centro Ricerche della Casaccia, ENEA ha realizzato una collezione di circa 1.500 tra batteri, funghi, alghe e virus. Si tratta di un vero e proprio archivio che fa parte del Microbial Resource Research Infrastructure - MIRRI (nota 3), un grande network di Centri per le risorse microbiche europee. Nella collezione microbica ENEA sono presenti ceppi batterici e fungini con attività di promozione della crescita delle piante e di biocontrollo di fitopatogeni e ceppi microbici utili per la produzione di molecole ad alto valore biologico ad uso alimentare [Fig.2, Fig. 3], [6]. La collezione microbica ENEA si inserisce nel quadro delle attività di ricerca volte a migliorare produttività, qualità e sostenibilità delle catene alimentari utilizzando il microbioma, l'insieme di batteri, funghi e virus, dei loro genomi e delle interazioni che questi stabiliscono in un determinato ambiente. Le ricerche realizzate dall'ENEA intendono esplorare il mondo microbico per selezionare microrganismi e consorzi microbici in grado di essere utilizzati come biofertilizzanti e rispondere così alle sfide che il mondo moderno deve affrontare in termini di inquinamento da fertilizzanti chimici e pesticidi. La mappatura dei microbiomi associati alle catene alimentari, realizzata con tecnologie di sequenziamento ultramassivo e analisi bioinformatica, contribuirà inoltre alla creazione di una banca dati di microrganismi e del loro corredo genomico e all'identificazione delle migliori combinazioni in grado di migliorare la salute globale e promuovere un'economia sostenibile. I microrganismi presenti hanno potenzialità applicative molto differenziate: dal trattamento di contaminanti ambientali ai prodotti per il restauro del patrimonio artistico, dalla salute delle piante all'agricoltura sostenibile in suoli aridi, dalle biomolecole per usi industriali, energetici e alimentari alla produzione di molecole *bio-based* per i settori nutraceutico, cosmeceutico, farmaceutico e per la chimica verde; infine, applicazioni in campo biomedico per lo sviluppo di vaccini innovativi, sistemi di diagnostica e per la somministrazione mirata di farmaci in campo oncologico.

1. Utilizzando microrganismi 'antagonisti' con azione di biocontrollo
2. Ad esempio, importanti processi produttivi quali la vinificazione e la panificazione sono basati su fermentazioni microbiche
3. <http://www.mirri-it.it/index.php/associated-members-sep2019/>

BIBLIOGRAFIA

1. Moradi M, Kousheh SA, Almasi H, et al. 2020. Postbiotics produced by lactic acid bacteria: The next frontier in food safety. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Nov;19(6):3390-3415. DOI: 10.1111/1541-4337.12613.
2. Linee Guida Volontarie per la Gestione Sostenibile del Suolo (2019) Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura e l'Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi, Roma.
3. Bevivino A, Sonnino L, Rossi L. 2020. Il microbioma dell'agro-ecosistema al servizio della produzione primaria. L'Accademia per il post COVID19 - Altri contributi <http://www.georgofili.it/Media?c=c4aacf9f-411e-4eee-83a3-c9e53547b571>
4. Berg G, Rybakova D, Fischer D et al., 2020. Microbiome definition re-visited: old concepts and new challenges. *Microbiome* 8, 103. <https://doi.org/10.1186/s40168-020-00875-0>
5. Bevivino, A. Field Microbial Application to Foster Food Quality and Safety. SIMBA Project. 2020. Available online: <http://simbaproject.eu/field-microbial-application-to-foster-food-quality-and-safety/>
6. La collezione microbica ENEA e l'infrastruttura MIRRI, Microbial Resources Research Infrastructure (EAI, 2020, pag. 50)

Coltivare orti in ogni spazio: le fattorie verticali

La forte crescita della popolazione mondiale e la difficoltà a trovare nuove aree coltivabili rende necessario sviluppare modalità di coltivazione innovative, per ottimizzare rese e qualità delle produzioni. Le 'fattorie verticali', dove coltivare verdure in poco spazio, con poca acqua e senza erbicidi e pesticidi, sono una soluzione efficace ed affascinante per ottenere in tempi rapidi rese produttive elevate, di qualità e in grado di soddisfare le esigenze alimentari non solo delle popolazioni all'interno delle città ma anche in ambienti estremi come quelli spaziali, nella prospettiva di future missioni di lunga durata.

DOI 10.12910/EAI2021-064 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO

di Luca Nardi e Ombretta Presenti - Laboratorio Biotecnologie, Giulio Metelli, Dottorando Università della Tuscia e Marco Garegnani - Dottorando Politecnico di Milano

La rapida espansione della popolazione mondiale che si avvia a superare i 9 miliardi di persone alla metà del secolo¹ e la difficoltà di aumentare le superfici coltivabili² a causa di fattori antropici e climatici negativi - come desertificazione, deforestazione, scarsità delle risorse idriche, espansione urbana - rendono sempre più necessario **ottimizzare le rese produttive in chiave sostenibile. Di conseguenza, il nuovo obiettivo dell'agricoltura del futuro diventa quello di produrre di più con meno risorse, diversificando le produzioni alimentari e orientandole all'interno degli spazi limitati delle aree urbane.**

In questo contesto nasce l'idea delle vertical farm, le fattorie verticali, lanciata per la prima volta da Dickson Despommier, professore emerito di microbiologia e sanità pubblica alla Columbia University; nel suo libro *The Vertical Farm*, Despommier propone di applicare a edifici esistenti o di nuova costruzione, coltivazioni verticali, centri

multiplanari e multilivello di autoproduzione alimentare, verticalizzando la produzione agricola, così da realizzare elevate rese produttive a fronte di piccole superfici. Il cibo viene prodotto in ambienti controllati, attraverso colture idroponiche (senza terra) e risulta migliore dal punto di vista nutrizionale.

Le *vertical farm* consentono di risparmiare notevoli quantità di acqua rispetto ai sistemi di coltura tradizionali e **rappresentano una vera rivoluzione per le potenzialità che possono esprimere in risposta alla domanda di approvvigionamento di prodotti proveniente dai grandi agglomerati urbani.** La diffusione di questi sistemi è ancora lenta: gli elevati costi di investimento iniziale e le spese di manutenzione delle strutture risultano molto onerose, ciò nonostante, il trend è sicuramente positivo. ENEA è attiva in questo settore e una delle prime *vertical farm* realizzate in Italia è frutto di un'attività dell'Agenzia presentata nel Future Food District di EXPO a Milano nel 2015.

Le microverdure

I sistemi di coltivazione fuori suolo per la produzione di alimenti possono essere utilizzati anche per fornire cibo fresco agli equipaggi delle future missioni spaziali, grazie a orti ipertecnologici in grado di produrre ortaggi e verdure fresche direttamente a bordo di veicoli spaziali o in avamposti planetari. Le più idonee a far fronte a questa sfida sono risultate le microverdure, in grado di accumulare grandi quantità di sostanze minerali e fitonutrienti quali vitamine, carotenoidi e flavonoidi tra cui le antocianine, molecole a elevato potere antiossidante, utili a fornire un benefico effetto antistress.

Le microverdure sono comparse per la prima volta negli Stati Uniti intorno all'inizio degli anni '80 a San Francisco per poi diffondersi nella seconda metà degli anni '90 in tutta la California meridionale; inizialmente denominate "vegetable confetti" oppure "microherbs", queste piccole verdure, tenere e dai colori

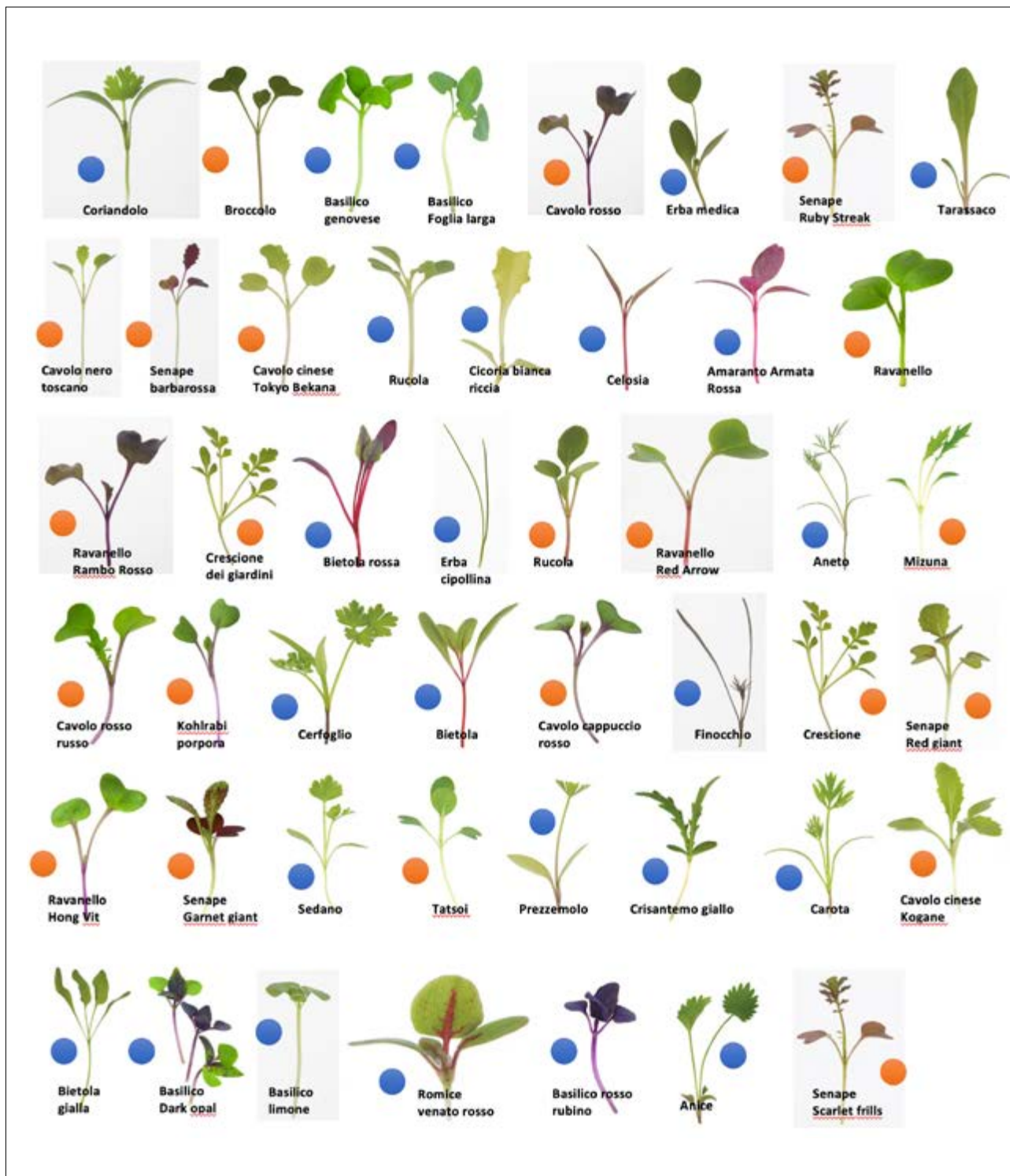


Fig1 Principali specie di microverdure a crescita rapida (10-15 giorni) e a crescita lenta (16-25 giorni)(Jonhny Selected Seeds)



Fig 2 Microverdure in vaschetta

e sapori intensi sono state usate per guarnire i piatti degli chef americani nei menu di ristoranti stellati. Ma che cosa sono esattamente le microverdure? Si tratta di giovani plantuline raccolte in uno stadio in cui la pianta ha i cotiledoni completamente sviluppati e, in alcuni casi, anche le prime foglie vere; vengono coltivate all'aperto, in serra oppure indoor e ben si adattano ai sistemi di coltura sia su suolo che fuori suolo; mediamente hanno cicli colturali brevi di circa 10-15 giorni e ripetibili per più cicli di coltura all'anno. A microverdure possono essere coltivate una grande varietà di specie comprese piante eduli spontanee,

ortaggi ed erbe aromatiche utilizzandole singolarmente o in miscela come illustra la (Fig. 1).

Le microverdure vengono commercializzate come plantulina intera, in apposite vaschette dotate di substrato di coltura con una dimensione di 7-12 cm di altezza (vedi Fig. 2), oppure raccolte tagliando la plantulina alla base dello stelo utilizzando forbici o lame con una dimensione tra i 3 ed i 9 cm di altezza, escludendo la radichetta. Questi ortaggi rappresentano una nuova categoria di prodotto che si distingue dalle altre, quali i germogli e le verdure "Baby Leaf" di quarta gamma, pur avendo alcuni tratti in comune.

Rispetto ai germogli, le microverdure crescono alla luce e su di un substrato di coltura fertilizzato in modo tale da poter incrementare la loro biomassa ed il contenuto di fitonutrienti.

Tra i **sistemi di coltura idroponica per microverdure**, i più diffusi adottano bancali a flusso e riflusso ("Ebb & Flow") con scaffali in alluminio sui quali sono poggiati vassoi in plastica, illuminati da luci LED. La struttura portante permette di impilare più vassoi di coltura in verticale realizzando un sistema produttivo multilivello.

Un esempio di questo tipo di impianti è stato realizzato dall'E-

NEA (www.hortspace.enea.it) in collaborazione con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e l'Università degli studi di Milano, nell'ambito della missione AMADEE-18 (<http://oewf.org/en/portfolio/amadee-18/>), organizzata nel 2018 dall'Austrian Space Forum. Le microverdure da integrare nella dieta degli astronauti sono state coltivate all'interno di una tenda gonfiabile, installata nel deserto dell'Oman con l'obiettivo di simulare una futura missione su Marte. Il prototipo denominato Hort3 è "l'orto per ogni spazio", costituito da un sistema idroponico multilivello ad allagamento e dotato di un sistema di gestione e controllo del processo produttivo con una superficie di coltura di 4 m². Lo stesso prototipo è stato inoltre impiegato nel progetto V-GELM (<https://space-innovation.ch/igluna/projectteams/p04-vgelm/>) durante la missione IGLUNA 2020, organizzata dallo Swiss Space Center (Space Innovation), e svoltasi in streaming dal 10 al 19 Luglio 2020 (Fig.3).

Altre esperienze in questo ambito sono state sviluppate da ENEA, in collaborazione con aziende private, per la realizzazione di strutture produttive all'interno di container (fattorie container) per la produzione di microverdure di elevata qualità nutrizionale sia per scopi gastronomici (Progetto CHEF Container High-density Ecological Farm; <https://makerfairerome.eu/it/chef-pontetti-food-agriculture-mfr18/>) che per il supporto alla dieta di personale militare in ambienti estremi (Progetto MIG Military Innovative Greenhouse http://www.difesa.it/SGD-DNA/Segretario/Eventi/Pagine/ProgettoMIG_16mag19.aspx) (Fig.4).

Questi sistemi consentono di ottenere in tempi rapidi rese elevate, con bassi consumi di acqua e fertilizzanti e sono in grado di far fronte alle esigenze nutrizionali sia in

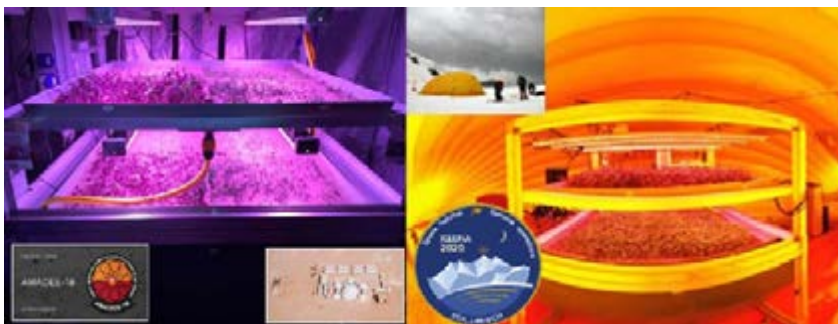


Fig 3 Hortextreme dettaglio del prototipo (Hort3) utilizzato durante la missione Amadee-18 per la produzione di microverdure nel deserto dell'Oman all'interno della stazione Kepler (febbraio 2018) e all'interno della tenda EGG durante la missione IGLUNA 2020

ambito urbano che spaziale. Le tecnologie d'avanguardia utilizzate per la coltivazione *high-tech* di piante e i sistemi di simulazione delle condizioni estreme dell'ambiente extra-terrestre consentiranno di portare nello spazio piante di nuova concezione come preziosa fonte di cibo e nutrienti per i pionieri dei futuri viaggi interplanetari.

Per info: luca.nardi@enea.it



Fig 4 Fattoria Container MIG (a sx) e CHEF (a dx)

1. proiezioni ONU World Population Prospects: The 2019 Revision
2. circa 41,4 milioni chilometri quadrati secondo le stime FAO

BIBLIOGRAFIA

1. D. D. Treadwell, R. Hochmuth, L. Landrum, e W. Laughlin, Microgreens: A new specialty crop. University of Florida, IFAS, EDIS publ. HS1164. 2015.
2. «MicroGreens: A History Lesson», Heritage Prairie Farm. [In linea]. Available at: <http://www.hpfmicrogreens.com/blog/2014/5/14/microgreens-a-history-lesson>. [Consultato: 05-apr-2018].
3. H. M. Resh, «Microgreens», in Hydroponic food production: a definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower, CRC Press, 2016, pagg. 134–143.
4. F. Di Gioia e P. Santamaria, The nutritional properties of microgreens. 2015.
5. R. M. Bliss, «Specialty Greens Pack a Nutritional Punch», Agricultural Research, vol. 62, n. 1, pagg. 10–11, 2014.
6. F. Di Gioia, M. Renna, e P. Santamaria, «Sprouts, Microgreens and “Baby Leaf” Vegetables», in Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables, Springer, 2017, pagg. 403–432.
7. Z. Xiao, G. E. Lester, Y. Luo, e Q. Wang, «Assessment of Vitamin and Carotenoid Concentrations of Emerging Food Products: Edible Microgreens», Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 60, n. 31, pagg. 7644–7651, 2012.

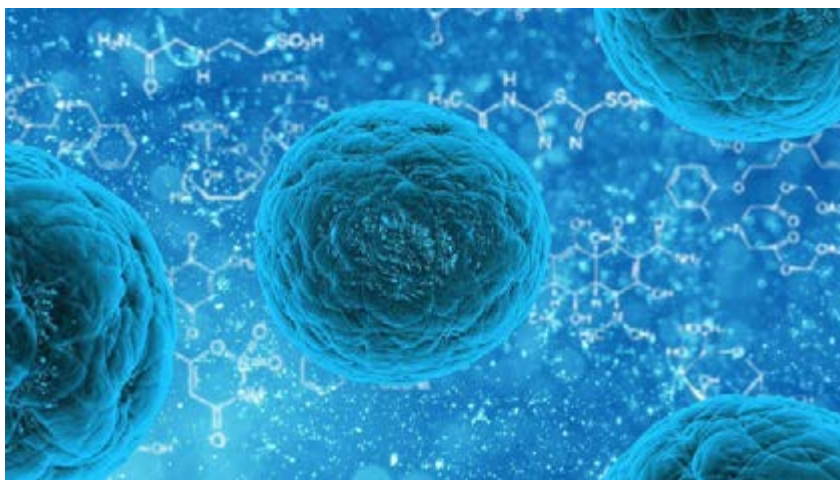
Batteri restauratori: microrganismi al servizio dell'arte

Un sistema per smaltire correttamente e con efficacia i rifiuti organici è quello di trasformarli in compost, in modo da rendere nuovamente disponibili alle piante gli elementi necessari alla loro crescita. Il compostaggio è la forma di riciclo più semplice e più naturale e può essere realizzato direttamente nelle nostre case, fabbricando 'compostiere domestiche' che consentono di "riprodurre" in tempi rapidi e in uno spazio limitato, un materiale in grado di migliorare le caratteristiche fisiche e chimiche del terreno.

DOI 10.12910/EAI2021-065 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

di Giada Migliore, Flavia Tasso - Laboratorio di Osservazioni e Misure per l'ambiente e il clima

In questo articolo vi presentiamo due figure professionali molto affascinanti che, lavorando in stretta collaborazione, stanno sviluppando un nuovo modo di aiutare le opere d'arte, nel rispetto dell'ambiente, della salute degli operatori e del bene artistico: il restauratore ed il microbiologo. Il restauratore è un esperto che, con competenza e manualità, interviene nel risanamento dell'opera per ricondurla al suo antico splendore, rispettando il suo significato originale e la sua maturazione nel tempo. Come un vero detective, il restauratore risale alla tecnica e ai materiali usati dall'artista, indaga sullo stato di conservazione con metodi scientifici, analizza le cause e gli effetti che hanno danneggiato l'opera, e, alla fine, interviene con il restauro (pulisce, consolida, stucca le lacune, esegue il ritocco pittorico) e controlla, periodicamente, lo stato di conservazione del bene nel tempo. Il microbiologo è un biologo che si è specializzato nello studio della struttura, delle attività e del ruolo che rivestono in natura i microrganismi procariotici (batteri e archea), eucariotici (protozoi, funghi e alghe) ed i virus. Si occupa anche della loro identificazione e studia i loro rapporti con altri organismi. Inoltre, il microbiologo indaga l'utilizzo dei mi-



croorganismi per diversi scopi, alcuni anche molto importanti, come la diagnosi di patologie infettive; i processi svolti da microrganismi che possono essere sfruttati in ambito industriale, agricolo, ambientale e di sanità pubblica e, non ultimo, nel controllo di qualità di alimenti, acque, ambiente e farmaci.

La sintonia fra restauratore e microbiologo

La cooperazione tra microbiologi e restauratori nasce dal fatto che i re-

stauratori, per riportare le opere al loro antico splendore, devono utilizzare ogni giorno sostanze pericolose che possono avere effetti tossici per la loro salute e danneggiare l'ambiente e le opere d'arte a causa della loro aggressività. La microbiologia può venire in loro aiuto. I batteri sono microrganismi unicellulari che non riusciamo a vedere se non al microscopio, ma che condizionano molti aspetti della vita sulla Terra. Essi sono in grado di degradare le sostanze organiche fino a liberare nell'ambiente molecole

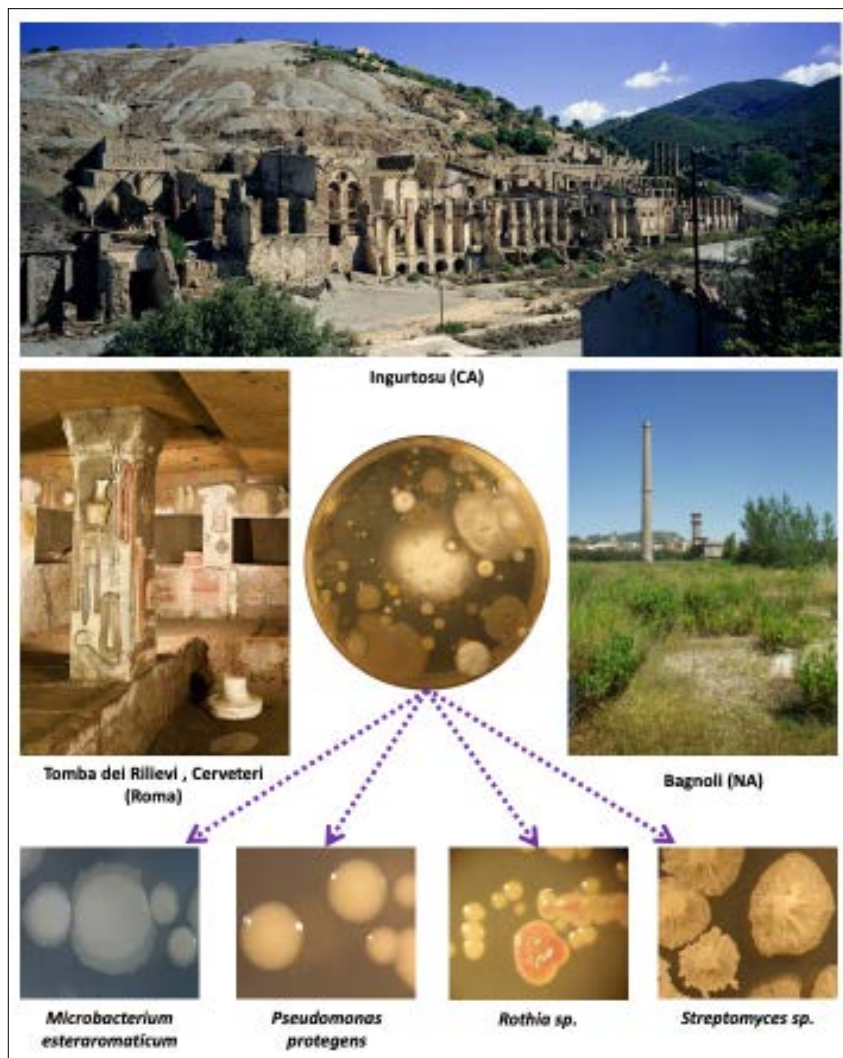


Fig.1 Esempio di isolamento e identificazione di microrganismi. I siti dai quali provengono gran parte dei ceppi della collezione ENEA, associata MIRRI-IT, derivano da aree archeologiche e siti di interesse storico-culturale, come la tomba della Mercareccia di Tarquinia (VT), aree ex-industriali o miniere dismesse, caratterizzate da contaminazioni da idrocarburi o metalli pesanti, come Bagnoli (NA) e Ingurtosu (CA)

semplici utilizzabili dagli altri esseri viventi. Il loro ruolo è fondamentale: senza i batteri decompositori le sostanze che permettono la vita non sarebbero più disponibili nell'ambiente. Proprio per questo, i batteri sono capaci di 'mangiare' tantissime sostanze diverse. È grazie a questa capacità che possono venire in aiuto delle opere d'arte. Quando il restauratore si trova, per esempio, a dover rimuovere un

deposito che ha danneggiato un'opera, prima cerca di sapere di che sostanza si tratta attraverso analisi chimico-fisiche, poi decide con quale prodotto pulire l'opera. I microbiologi dell'ENEA hanno isolato batteri da habitat molto diversi (da ambienti inquinati a siti archeologici) e possono fornire ai restauratori un'alternativa bio ai prodotti che normalmente vengono utilizzati (Fig.1).

I batteri sono raccolti e conservati in una sorta di 'banca-ceppi, chiamata Collezione ENEA, associata a Mirri-IT (Microbial Resource Research Infrastructure Italian node), composta da circa 1.500 tra batteri, funghi, alghe e virus. In risposta alle richieste dei restauratori, i ricercatori possono facilmente scegliere dalla raccolta uno o più batteri che hanno caratteristiche utili, rivitalizzarli e coltivarli in numero sufficiente per trattare l'opera.

In base alla natura del deposito da rimuovere, i microbiologi selezionano dalla loro collezione i batteri in grado di 'mangiare' quel deposito e preparano dei micro-pack, ovvero degli impacchi di cellule microbiche che il restauratore applica sulla superficie da restaurare. Questi prodotti microbici sono selettivi verso i depositi da rimuovere (sanno scegliere che cosa 'mangiare'), rispettosi del materiale originario, e di facile impiego, poiché non richiedono condizioni operative particolari; sono, inoltre, innocui per gli operatori considerato che le cellule microbiche impiegate non sono patogene, e non inquinano visto che i loro prodotti sono biodegradabili. I batteri si sono rivelati efficacissimi nel restauro di molte opere (Galleria Nazionale di Arte Moderna, Galleria dei Carracci a Palazzo Farnese, Musei Vaticani, Casina Farnese) e la procedura sviluppata è oggetto di brevetto Europeo ENEA (n°W02015040647A1)(Fig.2).

Come si scelgono i batteri da applicare sull'opera?

Per scegliere i batteri da utilizzare in ogni caso applicativo, sono disponibili diversi metodi, ciascuno dei quali viene svolto in laboratorio prima di passare all'applicazione sull'opera (Fig.3). Per la degradazione di una patina organica (idrocarburi, proteine, cere e grassi etc.), il metodo più immediato è quello di far crescere i batteri in un terreno contenente come unica fonte di nutrimento la sostanza da rimuovere: se il ceppo batterico cresce, signifi-

ca che consuma la sostanza. Le piastre con terreno solido permettono di stimare non solo se il materiale viene o non viene digerito, ma anche in quanto tempo e con che efficacia, di confrontare diversi batteri e scegliere quello che più è adatto alle esigenze di applicazione. Se la patina è formata da idrocarburi si può utilizzare anche un batterio che produce bio-emulsionanti; se è formata da depositi calcarei (carbonati, fostati e gesso) si scelgono, invece, batteri in grado di rilasciare acidi deboli che sciolgono i calcari. E la ruggine? Per gli ossidi di ferro si sfruttano batteri che producono siderofori e legano il ferro. Oltre alle funzioni utili, i batteri vengono testati anche per verificare che non possano danneggiare la superficie sulla quale devono essere applicati, per esempio, nel caso di un'applicazione su carta, si deve valutare se i batteri degradano la cellulosa o, nel caso di marmi o pietre porose, se producono acidi che possono disgregare la superficie.

Il brevetto "micro-pack"

Per poter applicare la coltura batterica sull'opera è necessario creare condizioni che garantiscano al tempo stesso il contatto con la sostanza da degradare, la sopravvivenza dei batteri e la loro completa rimozione alla fine del trattamento. I batteri hanno bisogno di un ambiente umido per poter sopravvivere e questo può rappresentare un problema perché può danneggiare l'opera. Quindi bisogna inserire la coltura batterica in un mezzo che ne permetta la distribuzione uniforme e che non rilasci, o rilasci solo una quantità minima, di acqua sulla superficie. Per questo è stato ideato e brevettato (n°W02015040647A1) un sistema detto 'micro-pack' che consiste in un supporto di pellicola trasparente, la comune pellicola per alimenti, sulla quale viene steso uno strato sottile di gel (VanzanTM, LaponiteTM; etc.) con inclusi i batteri e, su questi viene applicato un foglio di carta per velinatura, in genere carta giapponese o

inglese, una carta fine ma resistente. Il micro-pack viene applicato con la velina a contatto dell'opera e, dove possibile e se necessario, viene assicurato con nastro adesivo per prevenire cadute o spostamenti (Fig.4). L'impacco viene lasciato in posa il tempo necessario ai batteri per esercitare la loro azione e poi rimosso. Il micro-pack garantisce che l'applicazione sia efficace, sicura per l'opera e che l'attività dei batteri possa essere ispezionata durante il trattamento e che alla fine non rimangano residui.

Le collezioni microbiche

Nel corso degli anni i ricercatori ENEA hanno isolato, caratterizzato e preser-

vato microorganismi (batteri, funghi, alghe, virus) e pool microbici da substrati ed ecosistemi naturali diversi, anche estremi, con notevoli potenzialità applicative in svariati settori quali la tutela ambientale, i beni culturali, la salute e lo sviluppo di farmaci, l'agroalimentare e quello energetico.

Il ruolo fondamentale svolto dai microorganismi nel mantenimento della vita sulla Terra è indiscusso, ma la conoscenza sull'entità della diversità microbica e della sua distribuzione globale è minima. Inoltre, sebbene i microorganismi forniscano servizi ecosistemici cruciali per la sostenibilità locale e globale, il valore della biodiversità microbica è ancora sottovalutato. La comunità scientifica internaziona-



Fig.2 Esempi di applicazioni di batteri per la rimozione di patine organiche e inorganiche su monumenti ed opere d'arte. In figura sono riportati lo stato "prima" e "dopo" l'applicazione di uno o più ceppi mediante la tecnica del micro-pack.



Fig.3 Test di laboratorio per saggiare le funzioni metaboliche dei batteri utili per la bio-pulitura delle opere d'arte e per evitare effetti indesiderati sul materiale dell'opera.

le da alcuni anni ha lanciato un appello per promuovere la conoscenza e la conservazione della biodiversità microbica. In accordo con la Convenzione sulla Biodiversità del 1992 (www.cbd.int), la "conservazione ex-situ" svolge un ruolo molto importante nella conservazione dei microrganismi poiché la complessità degli organismi unicellulari rende difficile eseguire una "conservazione

in-situ". Le collezioni microbiche rappresentano, pertanto, strumenti di eccellenza per la salvaguardia della biodiversità microbica e per lo sviluppo della bio-economia e della bio-sostenibilità.

Il futuro del bio-restauro

L'approccio qui descritto rientra tra le tecniche del bio-restauro. Con il

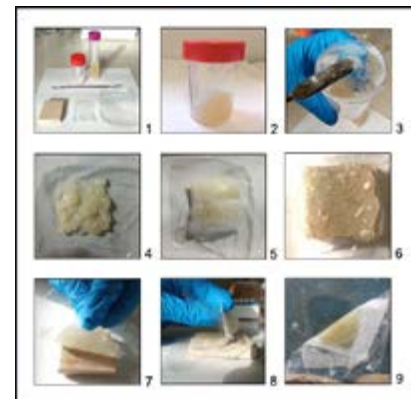


Fig.4 Fasi di preparazione del "micro-pack" (1-8) ed esempio di applicazione su una tela (9).

termine Bio-restauro si intende l'utilizzo di specie batteriche per il trattamento dei manufatti artistici. Finora i principali filoni di applicazione sono stati la bio-pulitura e il bio-consolidamento e, da qualche anno, si stanno sperimentando con successo anche prodotti bio-based (batteri, derivati batterici e estratti da piante) per il controllo e la rimozione di biodeteriogeni, specialmente muffe, alghe e batteri fotoautotrofi. Applicare microrganismi al servizio del restauro rappresenta una strategia innovativa e, grazie alla cooperazione e alla condivisione delle competenze e delle conoscenze di ricercatori e restauratori, si potranno sviluppare nuovi prodotti, non solo innocui per la salute degli operatori, ma anche rispettosi dell'opera e dell'ambiente, considerato che le cellule microbiche che vengono impiegate non sono patogene, non inquinano ed i loro prodotti sono biodegradabili.

Per info: flavia.tasso@enea.it

GLOSSARIO "BATTERI RESTAURATORI: MICRORGANISMI AL SERVIZIO DELL'ARTE"

BIO-EMULSIONANTI	Gli emulsionanti sono sostanze che, grazie alle loro caratteristiche chimiche, riescono a creare un' "emulsione" ossia una miscela di goccioline di un liquido in un altro nel quale sono insolubili o quasi (ad es. acqua ed olio)
BIODEGRADABILE	Composto che può essere decomposto e metabolizzato dall'azione di batteri e microrganismi in sostanze non inquinanti e/o tossiche.
BIODIVERSITA'	Questa parola, sinonimo di "diversità biologica" indica in ecologia la varietà di organismi viventi nelle loro diverse forme, e nei rispettivi ecosistemi.
CONSERVAZIONE "EX SITU"	Indica la conservazione dei microrganismi fuori dal loro ambiente naturale in una collezione di microrganismi detta anche "ceppoteca", un vero e proprio archivio in cui cellule microbiche, ottenute da una coltura pura, dopo essere state caratterizzate e classificate vengono mantenute in uno stato inattivo e debitamente conservate per mantenerne le funzioni e poterle usare per altri scopi.
CONSOLIDAMENTO	Nell'ambito del restauro con questo termine si intendono tutti quei processi atti a far recuperare ad un'opera le sue caratteristiche strutturali, perse per diverse cause (degrado biologico, agenti atmosferici, azione sismica)
DEGRADARE	In termini biologici con questa parola si indica la trasformazione demolitiva operata da microrganismi su sostanze organiche, con formazione di composti stabili, quali l'anidride carbonica e l'acqua, non ulteriormente suscettibili di trasformazione.
DEPOSITO	Nel vocabolario del restauratore questo termine indica tutto ciò che si posa sulla superficie originale di un manufatto, formando una patina. Può essere causato da agenti naturali ma anche da materiali utilizzati in precedenti interventi di restauro.
EUCARIOTI e PROCARIOTI	Le cellule, in base alla loro struttura fondamentale, possono essere distinte in due grandi categorie: le cellule procarioti (per esempio, i batteri) e le cellule eucarioti (quelle che formano il corpo delle piante, degli animali e dell'uomo). La maggiore differenza tra le cellule di questi due gruppi di organismi sta nel fatto che i procarioti presentano il materiale genetico libero nel citoplasma, mentre negli eucarioti esso si trova segregato all'interno di un nucleo circondato da membrana.
IDENTIFICAZIONE	Identificare un microrganismo significa assegnarlo ad uno dei gruppi in cui sono classificati gli esseri viventi. L'identificazione può essere più o meno precisa a seconda che l'organismo venga assegnato ad una categoria più ampia (es. il Regno) o più ristretta (es. la Specie).
RISANAMENTO	Nella terminologia dei restauratori questo termine indica tutti quegli interventi necessari a "guarire" un'opera d'arte e a eliminare quei fenomeni di degrado che ne compromettono la conservazione.
RIVITALIZZARE	Per conservare a lungo i microrganismi è necessario inattivarli, ovvero sopprimere la loro capacità funzionale in termini di crescita e riproduzione. Per raggiungere tale scopo, si utilizzano principalmente due metodi, che non danneggiano i microrganismi e garantiscono la reversibilità dello stato d'inattivazione: il congelamento e la liofilizzazione. Con il termine "rivitalizzazione" si intende la procedura microbiologica che permette di "risvegliare" i microrganismi facendoli tornare nel loro stato attivo. Consiste nel risospendere il congelato/liofilizzato batterico in un terreno idoneo a favorirne la crescita.
SIDEROFORI	Sono piccoli composti che sono secreti da microrganismi come batteri e funghi e servono a "chelare", ossia a legare in modo stabile, il ferro e a trasportarlo all'interno delle loro cellule.
VELINATURA	Protezione temporanea di una superficie che deve essere sottoposta ad un trattamento. In genere si fa con carte apposite.
VIRUS	Un virus è un'entità biologica con caratteristiche di parassita obbligato, in quanto si riproduce esclusivamente all'interno delle cellule degli organismi. I virus possono infettare tutte le forme di vita, dagli animali, alle piante, ai microrganismi e anche altri virus.

Le tante vite di Rina, la mascherina

Rina è una mascherina impegnata in prima linea contro il COVID-19: ma come ci protegge dal virus e ci rende difensori delle nostre comunità? Ed è possibile riutilizzarla o riciclarla in modo sostenibile? Attualmente Rina ha una vita breve e dopo qualche ora di utilizzo deve essere gettata nell'indifferenziato e poi incenerita, ma in diversi paesi, alcuni ricercatori stanno studiando soluzioni per dare una nuova vita alle vecchie mascherine.

DOI 10.12910/EAI2021-066 / ENEA PER LA SCUOLA PRIMARIA

di Barbara Palazzo e Maria Lucia Protopapa - Laboratorio materiali funzionali e tecnologie per applicazioni sostenibili

Ciao ragazzi, mi presento: sono una mascherina protettiva, come quelle che avete indossato per tanti mesi e che probabilmente tutti indosseremo ancora per un po'. Voi potete chiamarmi 'Rina la mascherina', anche se gli adulti mi affibbiano nomi complicati, come 'chirurgica', 'FFP con qualche numero', eccetera eccetera. Sono qui per raccontarvi le mie avventure, spiegarvi come sono fatta, come posso proteggervi ed anche aiutarvi a proteggere gli altri e l'ambiente. Di solito mi confezionano in modo da avere diversi strati che, con

un parolone complicato, vengono definiti "idrofobi", ovvero in grado di non assorbire l'acqua: se solo provate a bagnarmi capirete voi stessi che cosa significa.

Purtroppo ho vita breve e dopo qualche ora di utilizzo devo essere gettata nell'indifferenziato, e poi incenerita. Siamo in tante, troppe, a subire questo destino, e naturalmente né noi, né l'aria che si riempie di fumi siamo contente di ciò. Gli scienziati stanno però cercando di crearmi in modo tale da potermi lavare e riutilizzare tante volte. Addirittura c'è qualcuno che pensa di progettarmi in modo



Fig.1 Mi ripresento

tale che io mi possa auto-sterilizzare, oppure che io possa diventare un altro oggetto, o concimare i campi una volta finito il mio compito di mascherina. Vi piacerebbe dare una mano a queste persone? Leggete allora la mia storia qui di seguito e fatevi venire delle idee brillanti in modo tale da prolungare la mia breve vita. Considerato tutto quello che faccio per voi credo di meritarmelo!

Uno scudo pacifico contro il virus

Carnevale 2021 è trascorso da tempo, ma voi, ragazzi, cercate di continuare a fare la vostra parte contro questo virus che ha così modificato le nostre vite. Vi basta indossarmi per proteggere voi stessi e contribuire a proteggere le persone che ne hanno bisogno. Io sono e sarò per i prossimi mesi il vostro pacifico scudo contro il virus.

Nasco per difendervi e contempora-

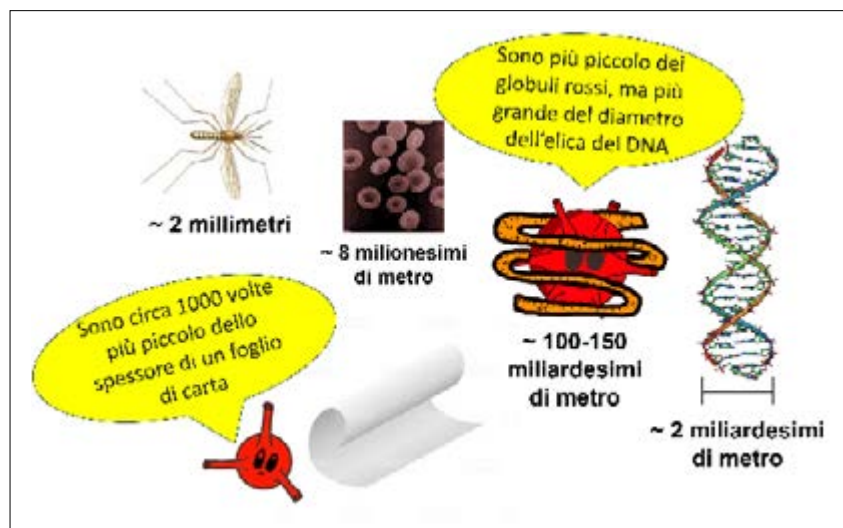


Fig.2 Guardate quanto è piccolo il virus confrontato con alcuni oggetti che conosciamo.

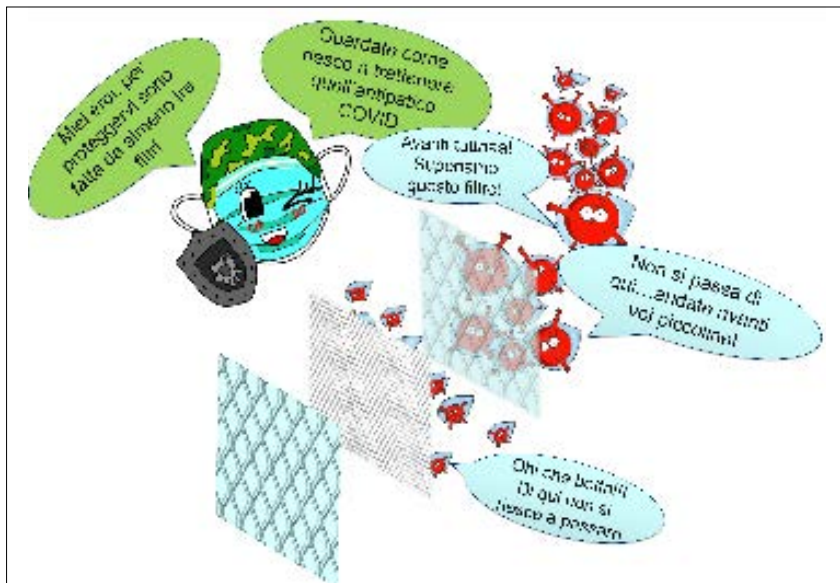


Fig.3 Ecco come funziona. Considerate che una gocciolina contiene tanti virus, anche se qui ne vedete uno per "droplet"

neamente per aiutarvi a mantenere al sicuro la vostra comunità, per ridurre l'incidenza della malattia "Infezione da coronavirus" tra persone vulnerabili, primi fra tutti i nonni. Volete sapere come ci riesco?

In pratica, sono fatta da tre strati di un materiale che si chiama "tessuto non tessuto" e che, se volete fare i 'fighi', potete chiamare TNT. Questo significa che sono perfettamente in grado di far passare l'aria che ispirate e di far uscire l'anidride carbonica che espirate. Infatti, dicono che per funzionare bene devo avere **buone caratteristiche di "traspirabilità"**. In realtà, non sarei in grado di filtrare il virus del COVID-19, se esso viaggiasse da solo, perché è troppo piccolo e mi attraverserebbe come se fossi fatta all'uncinetto. Per fortuna però questi virus non viaggiano da soli ma si fanno portare da goccioline d'acqua... e qui intervengo io! **Blocco tutte le goccioline di acqua che voi (o gli altri), emettete quando respirate, parlate, tossite o starnutite.** Queste goccioline trasportano, come fossero mongolfiere tanti coronavirus del COVID 19 e se non ci fossi io, li traghetterebbero da una persona infetta ad una sana.

Una barriera per intrappolare i virus

Dicevamo che, di solito, mi confezionano in modo da avere diversi strati "idrofobi", ovvero l'acqua non si spar-

ge sui miei filtri ma si divide in piccole goccioline ed io non la assorbo! In pratica lei non mi piace per niente, e la cosa è reciproca. Per questo quando le goccioline aeree di diversa natura emesse dagli altri, arrivano sul mio strato più esterno, iniziano ad avere qualche problema: **io divento una barriera, pur lasciando passare l'aria che respirate. In pratica funziono da filtro.** Le goccioline più grandi non passano, perché sono troppo ciccone per attraversare le maglie del filtro, altre vengono bloccate dalle fibre del filtro e, poiché non le amano, tendono a non valicare l'ostacolo. Se proprio qualche gocciolina riesce ad aggirare l'intralcio, viene bloccata dal mio secondo strato, invalicabile in quanto più fitto ed ancor più idrofobo. **Allo stesso modo posso bloccare i germi presenti nel vostro respiro. Per questo, quando mi indossate difendete voi stessi, ma anche coloro che non sono tanto in salute, miei piccoli eroi!**

Purtroppo, come vi dicevo all'inizio di questa storia, dopo qualche ora di utilizzo devo essere gettata nell'indifferenziato e poi incenerita, **essendo potenzialmente contaminata dai virus intrappolati fra i miei strati.** Non



Fig.4 Una volta terminata la mia missione anti-Covid, dopo esser stata sanificata, potrei essere inclusa nel manto stradale o rinforzare oggetti in plastica.

vi sembra un triste destino dopo tanto onorato servizio? A me piacerebbe avere una nuova vita ed essere ancora utile, magari anche cambiando totalmente mestiere.

Utilizzi alternativi

In Australia, ad esempio, **alcuni scienziati hanno pensato di inserirmi nei cementi e di fare strade con questi nuovi materiali.** Che dire: sembra che anche in questo nuovo ruolo io funzioni benissimo!

In Francia hanno invece avuto l'idea di tritarmi per includermi nella nuova plastica, ed anche qui il mio contributo

si sente perché la plastica con me dentro è più resistente!

Altri ricercatori vorrebbero progettarmi in modo che i miei filtri non fossero "plasticosi", ma in materiale biodegradabile: in questo modo, dopo avervi fatto compagnia, potrei essere gettata nell'umido e diventare **concime per i campi:** Rina potrebbe diventare una margheritina.

Altri stanno cercando di rendere i miei filtri 'attivi', ovvero che possano non soltanto bloccare il virus, ma anche renderlo innocuo. Se così fosse, dopo un veloce risciacquo potreste indossarmi altre volte.

Ragazzi fatevi venire anche voi delle

idee brillanti in modo tale da prolungare la mia breve vita, in modo sicuro. Considerato tutto quello che faccio per voi, credo di meritarmelo! **Nel frattempo, continuiamo insieme la nostra missione positiva, coraggiosa e generosa, difendiamo il mondo con un piccolo gesto: indossatemi! Grazie!**

P.S. Vorrei ringraziare una vostra coetanea che si chiama Irene De Paolis e che ha ideato le immagini che vedete, credo che quelle schiappe di adulti non sarebbero stati in grado di farle così...

Per info: barbara.palazzo@enea.it

Sole, mare, vento, acqua: dalla natura un giacimento di energia pulita

L'utilizzo di fonti fossili come petrolio, gas e carbone è tra le principali cause del surriscaldamento dell'atmosfera che minaccia gli equilibri climatici del nostro pianeta. E' quindi molto importante sostituirle con le fonti rinnovabili, ovvero l'energia prodotta da elementi come acqua, terra, mare, vento e sole che la natura ci mette a disposizione e che non si esauriscono come le fonti fossili.

DOI 10.12910/EAI2021-067 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO

di Laura Moretti - Unità Relazioni e Comunicazione

Chi di voi ascoltando la radio, la tv o navigando sui social, non ha sentito parlare dell'importanza di sostituire le fonti fossili con le fonti energetiche "rinnovabili" per contrastare il cambiamento climatico? Ma che cosa sono le cosiddette fonti 'green' e perché hanno un ruolo fondamentale per raggiungere gli obiettivi di salvaguardia del clima? Scopriamolo insieme! Le fonti rinnovabili si basano sullo sfruttamento dell'**energia solare, idrica, del vento, geotermica, delle biomasse (come i rifiuti organici), delle onde, delle correnti e delle maree e sono accomunate da un insieme di caratteristiche:**

- sono in grado di rigenerarsi almeno alla stessa velocità con la quale vengono consumate (si va dalla disponibilità continua dell'energia solare, ad alcuni anni nel caso delle biomasse);
- sono liberamente disponibili in natura;
- non si esauriscono a causa dell'utilizzo umano - mentre i combustibili fossili come petrolio, gas e carbone si esauriscono e i tempi per ricostituire sono lunghissimi;
- sono fonti per le quali esiste una tecnologia che consente il loro uti-

- lizzo a fini energetici;
- a differenza dei combustibili fossili, il loro utilizzo produce un inquinamento ambientale del tutto trascurabile.

Oggi le fonti fossili soddisfano ancora circa l'80% della domanda di energia nel mondo, ma nell'ultimo decennio le rinnovabili si sono sviluppate molto rapidamente. In Italia, tra il 2005 e il 2018, la produzione di energia 'green' è raddoppiata e copre ormai circa il 17,8% del consumo finale lordo nazionale. Unica tra i principali Paesi europei ad aver raggiunto ed anche superato gli obiettivi UE al 2020 (tabella

1), l'Italia oggi è il **terzo produttore di rinnovabili in Europa, con oltre un terzo dell'energia da rinnovabili: in primis l'idroelettrico, seguono solare fotovoltaico, bioenergie, eolico e geotermico** (fonte GSE).

Energia dal sole

Esistono diverse tipologie di energia solare, ma tutte partono dallo stesso principio: sfruttare i raggi del sole per produrre calore ed energia. Nel corso della storia sono state sviluppate diverse tecniche di utilizzo dei raggi solari, per cuocere i cibi, fondere i metalli o

	Obiettivo al 2020 (Direttiva 2009/28/CE)	Risultati 2018
UE	20%	18%
Italia	17%	17,8%
Francia	23%	16,4%
Germania	18%	16,7%
Spagna	20%	17,5%

Tabella 1 Obiettivi di copertura da fonti rinnovabili fissati al 2020 e ottenuti al 2018¹



per combattere guerre (pensiamo agli specchi di Archimede). Attualmente le tecnologie più diffuse sono il **solare termico**, che converte i raggi solari in calore per riscaldare l'acqua, gli ambienti e per applicazioni nell'industria, il **solare fotovoltaico** per produrre energia elettrica con celle fotovoltaiche installate su pannelli e il **solare termodinamico**, o anche solare termico a concentrazione, utilizzato per la produzione di energia elettrica².

L'energia solare non inquina, non produce scorie ed è inesauribile; tuttavia è discontinua, perchè dipende dal ciclo giorno/notte, dalla presenza di nuvole, dall'inclinazione dei raggi solari e non può essere 'immagazzinata'. Per questo l'innovazione tecnologica è di fondamentale importanza. I ricercatori ENEA sono impegnati su questo fronte dagli anni '80 e nei Centri di Portici (Napoli) e Casaccia (Roma) sono stati sviluppati impianti come il PCS (Prova Collettori Solari)³, che si presenta sostanzialmente come una distesa di 30 metri di specchi lucidissimi, o un gigantesco disco solare parabolico, il 'solar dish'; e poi vi sono nuovi materiali, componenti e brevetti per migliorare la resa delle celle fotovoltaiche e sistemi di accumulo per 'immagazzinare' l'energia e renderla disponibile quando serve. Una nuova tecnologia molto

promettente è l'**agrivoltaico** che consente di produrre energia elettrica da pannelli fotovoltaici e, al tempo stesso, di coltivare i terreni sottostanti.

Energia dall'acqua

L'energia dall'acqua viene utilizzata dall'uomo millenni: oggi la **produzione di energia idroelettrica è una tecnologia matura**, largamente utilizzata in circa 160 Paesi per produrre elettricità rinnovabile a basso costo e impatto ambientale, di facile gestione e in grado di servire anche zone isolate⁴. Gli impianti idroelettrici sono classificati in base alla loro potenza in grande idroelettrico, piccolo idroelettrico, mini idroelettrico e micro idroelettrico e possono essere di diverse tipologie. In particolare, le **centrali a serbatoio** sfruttano le masse d'acqua accumulate in grandi bacini naturali ad alta quota e sbarrati da dighe che vengono aperte al momento opportuno; l'acqua 'cade' a livelli più bassi e confluisce in turbine collegate a un alternatore che produce energia. Per produrre elettricità si può sfruttare anche la potenza dei fiumi con **sbaramenti** per creare piccoli bacini d'acqua; dopo il filtraggio, l'acqua viene condotta alla vasca di carico e alle turbine per produrre energia elettrica. L'Italia detiene una storica tradizio-

ne nel settore idroelettrico. Fino agli anni '60, l'energia dall'acqua ha rappresentato circa l'82% della capacità installata, ma è stata progressivamente sostituita dalle centrali a combustibili fossili per soddisfare la crescente domanda di elettricità e far fronte alla diminuzione delle risorse idriche provocata dalla diminuzione delle piogge.

Energia dal vento

Il vento è una fonte di energia inesauribile, non produce rifiuti, non inquina e sin dall'antichità l'uomo ne ha impiegato la forza, per navigare, per muovere le pale dei mulini utilizzati per macinare i cereali, per spremere olive o pompare l'acqua. Da diversi decenni l'energia eolica viene utilizzata per produrre elettricità con **aero-generatori**: il vento spinge le pale e il movimento di rotazione viene trasmesso ad un generatore che produce elettricità.. **Esistono aerogeneratori diversi per forma e dimensione**: possono, infatti, avere una, due o tre pale di varie lunghezze, con pale lunghe da 50 centimetri fino a circa 30 metri. Più aerogeneratori collegati insieme formano le cosiddette **wind-farm**, "**fattorie del vento**", o parchi eolici, che sono delle vere e proprie centrali elettriche, costruite sui crinali delle colline (tra i 600 e i 15000 mt di altitudine), in valli ventose ma anche in mezzo al mare, **off-shore**, dove il vento è forte e costante.

Negli ultimi 15 anni si è osservato uno sviluppo molto veloce dei parchi eolici in Italia: dai 120 del 2004 con potenza pari a 1.131 MW⁵, ai quasi 5.642 impianti, con potenza pari a 10.265 MW del 2018⁶.

La produzione da fonte eolica è pari al 15,5% della produzione elettrica totale da fonti rinnovabili; **96,8% della potenza eolica complessiva nazionale si concentra nel Sud Italia e, in particolare, in Puglia, Sicilia e Campania.**

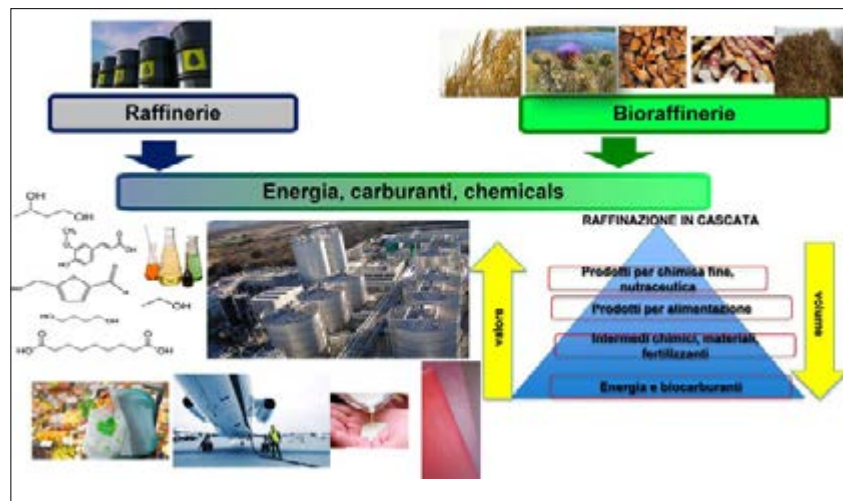
L'energia dal mare e dalle maree

Le onde marine sono considerate fra le fonti energetiche più efficaci per la

lotta ai cambiamenti climatici e l'Unione Europea prevede una crescita della potenza installata dai 100 MW nel 2025 a 1 GW⁷ usata per misurare la potenza prodotta su grande scala, utilizzando le diverse fonti di energia) al 2030 per arrivare a 40 GW al 2050. Ad oggi, tuttavia, nonostante il basso impatto ambientale, visivo e la bassa variabilità oraria e giornaliera sono poco sfruttate. In questo campo ENEA ha realizzato il PEWEC (Pendulum Wave Energy Converter), un sistema galleggiante in grado di produrre energia elettrica sfruttando l'oscillazione dello scafo per effetto delle onde e sta sviluppando modelli climatologici e di previsioni ad alta risoluzione del moto ondoso e della circolazione marina per valutare le aree costiere di maggior interesse dove realizzare 'centrali elettriche' marine. Anche le **maree oceaniche**, con abbassamenti e innalzamenti dell'acqua di 8-10 metri, possono essere utilizzate per produrre energia, come avviene ad esempio in Francia e Norvegia. Tra i siti più promettenti nel Mediterraneo abbiamo gli stretti di Messina e di Gibilterra dove, sfruttando la velocità delle correnti, si potrebbero produrre fino a 125 Gigawattora l'anno, ovvero il fabbisogno annuo di una città come Messina. Con i suoi 8.000 chilometri di costa l'Italia possiede un importante potenziale di energia da moto ondoso, in particolare nella costa occidentale della Sardegna.

L'energia da biomasse

L'energia da biomasse può essere ottenuta da rifiuti organici, alghe marine, erba, foglie, ma anche dal letame degli animali da allevamento, dai rifiuti delle filiere agroindustriali o della lavorazione del legno e da altre biomasse lignocellulosiche di scarto. E' tra le fonti rinnovabili più versatili e strategiche in una prospettiva di economia circolare, di valorizzazione dei prodotti di scarto e di reintegro nel ciclo produttivo per una transi-



zione energetica sostenibile. Le attuali tecnologie prevedono la fermentazione in ambienti controllati di residui vegetali e animali, per poi bruciarli e ottenere biogas per produrre energia elettrica da immettere in rete.

Rispetto ad altre fonti rinnovabili, **labioenergia** è continua e programmabile, e può essere utilizzata sotto forma di elettricità, calore per riscaldamento e raffrescamento. Oltre agli impieghi tradizionali per la produzione di energia termica ed elettrica, le biomasse possono essere utilizzate per produrre **biocarburanti alternativi a benzina, gasolio o metano** e come fonte di intermedi chimici green in sostituzione di quelli di origine fossile, ad esempio per la produzione delle plastiche.

Attualmente le biomasse soddisfano circa il 15% del fabbisogno mondiale di energia, con notevoli prospettive di sviluppo tecnologico e occupazionale. In Italia nel 2018 le bioenergie hanno fornito il maggior contributo (10,6 Mtep, ovvero milioni di tonnellate equivalenti petrolio) al consumo finale lordo di energia da fonti rinnovabili (21,61 Mtep) soprattutto con la **biomassa solida, utilizzata nel settore domestico** sotto forma di legna da ardere o pellet. ENEA svolge attività di ricerca, innovazione tecnologica e fornitura di servizi avanzati alle im-

prese per la conversione di biomasse in bioenergia e biocombustibili, intermedi chimici verdi, biomateriali, bioraffineria, produzione di biogas e biometano, sviluppo di nuove tecnologie per la valorizzazione energetica e di processi innovativi.

Geotermia

L'energia geotermica è l'energia immagazzinata in forma di calore sotto la crosta terrestre e può essere utilizzata per produrre energia elettrica, riscaldare ambienti e ottenere acqua calda sanitaria. Non inquinata, non dipende dalle condizioni atmosferiche o dalle scorte ed è quindi stabile e affidabile. Tuttavia, per essere utilizzata deve essere portata in superficie; inoltre, è difficilmente trasportabile, quindi si presta ad usi prevalentemente locali. **L'Italia ha una lunga tradizione in questo campo, sin dal tempo degli Etruschi, nella zona di Larderello (Pisa) dove è avvenuta la più antica utilizzazione al mondo di questa fonte:** ad oggi nel nostro Paese vi sono 34 impianti geotermoelettrici tutti localizzati in Toscana. Secondo il Rapporto Statistico sulle Fonti energetiche rinnovabili del Gestore dei Servizi Energetici del 2018, il contributo della geotermia alla produzione totale rinnovabile è passato dal 10% del 2004

al valore massimo del 12% del 2007, per poi scendere al minimo del 5% del biennio 2013–2014, a causa della produzione progressivamente crescente da

tutte le altre fonti rinnovabili. Nel mondo l'uso diretto del calore geotermico soddisfa solo lo 0,3% della domanda di calore globale, ma si prevede un aumen-

to di oltre il 40% al 2024, grazie al contributo di Cina, Stati Uniti e UE.

Per info: laura.moretti@enea.it

La transizione energetica ed ecologica

Il mondo della scienza e in particolare l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change - Comitato Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici), l'organismo delle Nazioni Unite per la valutazione dei cambiamenti climatici, sono concordi sul legame causa-effetto fra l'utilizzo di fonti fossili e l'incremento delle emissioni di gas come anidride carbonica, metano, protossido di azoto e idrocarburi alogenati che 'catturano' il calore irradiato dalla Terra e fanno salire la 'febbre' del pianeta. Il termine "transizione energetica" si colloca in questo contesto e definisce il percorso per abbandonare le fonti fossili e sviluppare sempre più le fonti di energia rinnovabili. La decarbonizzazione dell'economia e della società è fra i principali obiettivi dell'Unione Europea: il Green Deal e il piano Next Generation EU da 750 miliardi di euro offrono l'opportunità per investire nella trasformazione in chiave green, da "fossili" a "rinnovabili", realizzando una 'transizione energetica' ed ecologica. Una sfida ambiziosa condivisa dall'Italia nel PNRR, il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza che ha stanziato 23,78 miliardi per rinnovabili, idrogeno, rete e mobilità sostenibile sui 68,6 miliardi di euro della missione "Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica".

1. Nota 1 https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_ren/default/table?lang=en
2. con questa tecnologia in Italia si stanno realizzando due centrali in provincia di Trapani con la supervisione tecnico-scientifica dell'ENEA mentre a livello mondiale in Spagna, Stati Uniti, Cina, Marocco e Sud Africa ma anche Emirati Arabi e India
3. Questo impianto è finalizzato a sperimentare l'uso dei sali fusi come fluido termovettore nella tecnologia solare dei collettori parabolici lineari
4. In pratica le centrali idroelettriche convertono l'energia potenziale di una massa d'acqua in quiete o l'energia cinetica di una corrente d'acqua, prima in energia meccanica di rotazione attraverso una turbina e poi in energia elettrica tramite un generatore elettrico
5. MW: megawatt, unità di misura della potenza corrispondente a 1 milione di watt
6. https://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Rapporti%20statistici/GSE%20-%20Rapporto%20Statistico%20FER%202018.pdf
7. GW: unità di misura della potenza corrispondente a 1.000.000.000 di watt) usata per misurare la potenza prodotta su grande scala, utilizzando le diverse fonti di energia

BIBLIOGRAFIA

1. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d3e77637-a963-11eb-9585-01aa75ed71a1/language-it>
2. <https://www.governo.it/sites/governo.it/files/PNRR.pdf>
3. <https://www.iea.org/reports/renewables-2019/heat>
4. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN>
5. https://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Rapporti%20statistici/Rapporto%20statistico%20di%20monitoraggio%20di%20cui%20al%20DM%2011-5-15%20art%207_anni%202012-2019.pdf
6. <https://lineamica.gov.it>
7. <https://www.enea.it/it/seguici/pubblicazioni/pdf-eai/n-2-maggio-agosto-2020/41-focus-energia-marina.pdf>
8. <https://www.enea.it/it/seguici/le-parole-dellenergia/solare-termodinamico>
9. <https://www.enea.it/it/seguici/le-parole-dellenergia/solare-termodinamico/le-ricerche-enea-1/impianto-di-prova-pcs-dellenea>
10. <https://www.eai.enea.it/archivio/energia-e-green-new-deal-sommario/bioenergia-bioraffineria-e-chimica-verde-per-la-transizione-energetica.html>
11. <https://www.eai.enea.it/archivio/energia-e-green-new-deal-sommario/geotermia-a-bassa-entalpia-e-decarbonizzazione.html>

L'energia delle stelle

Una delle sfide più importanti per un futuro sostenibile è ottenere energia pulita, sicura, in quantità inesauribile, per abbandonare le fonti fossili e contrastare il cambiamento climatico. Per vincere questa sfida, migliaia di scienziati in tutto il mondo lavorano alla fusione nucleare che mira a riprodurre sulla terra il meccanismo che 'accende' le stelle. L'Italia è leader in questo campo, grazie all'eccellenza della comunità scientifica, alla partecipazione a grandi progetti internazionali e a numerose imprese altamente innovative.

DOI 10.12910/EAI2021-068 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO

di Alessandro Dodaro - Direttore del Dipartimento Fusione e Sicurezza Nucleare

Ricreare l'energia del sole e delle stelle, per produrre energia pulita, sicura, inesauribile, sfruttando lo stesso meccanismo che 'accende' gli astri. È la fusione nucleare, una sfida tecnologica e scientifica che consentirà di abbandonare le fonti fossili e contrastare il cambiamento climatico.

A questa sfida - che richiede tecnologie e materiali di frontiera - stanno lavorando migliaia di scienziati, ingegneri, tecnici e ricercatori di tutto il mondo, dall'Unione Europea a Cina e Giappone, dalla Russia agli Stati Uniti, all'India, la Corea del Sud e la Svizzera. Tutti questi paesi così diversi e talvolta in contrapposizione fra loro sono impegnati nel progetto, ITER - sigla che in inglese significa Reattore termonucleare sperimentale internazionale - per realizzare il primo reattore nucleare 'a fusione'. **Ma prima di andare avanti, va sottolineato un elemento fondamentale: la fusione nucleare non ha niente a che vedere, anzi è l'opposto, della fissione nucleare.**

Nella fissione (nucleare tradizionale) l'energia scaturisce dall'urto fra un neutrone e nuclei di atomi molto pesanti (fissili, quali l'uranio) che si rompono in frammenti più piccoli e producono scorie radioattive. **La fusione nucleare, invece, si basa su un processo del tutto diverso e opposto, senza rischi di incidenti e con pochissimi materiali radioattivi da smaltire¹:** l'energia, infatti, scaturisce dall'unione di due nuclei di elementi molto leggeri

quali ad esempio l'idrogeno, e i prodotti della reazione sono un neutrone e elio, un gas nobile ampiamente utilizzato nella vita quotidiana. Inoltre, la fusione non produce gas serra ed è quindi una tecnologia che contribuisce al raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂ e di contrasto al cambiamento climatico. Fra i vantaggi della fusione vi sono anche l'abbondanza e l'economicità e la facilità nel reperire ed estrarre i materiali necessari e l'impatto ambientale praticamente inesistente.

Una caratteristica del processo di fusione è la capacità di autosostenersi energeticamente grazie all'energia prodotta nella fusione stessa; tuttavia, il processo va costantemente alimentato: se l'alimentazione cessa, la reazione si spegne immediatamente. Da qui l'intrinseca sicurezza del Sistema.

Si tratta, quindi, di una tecnologia diversissima da quella utilizzata oggi dalle centrali a fissione attive in paesi come Stati Uniti, Cina, Giappone, Francia, Germania e Regno Unito o quelle del tipo di Chernobyl (dove peraltro, l'incidente avvenne in conseguenza di un insieme di gravi errori <https://www.enea.it/it/seguici/le-parole-dellenergia/fissione-nucleare/la-sicurezza-1/gli-incidenti>).

Una grande opportunità

La fusione nucleare è considerata un'op-

portunità di grande rilievo a livello scientifico, tecnologico ed anche per le ricadute su numerosi altri settori nel campo dell'industria, della salute, dei trasporti solo per citarne alcuni. **Grazie all'impegno e alle attività di numerosi organismi di ricerca e università e ad un'ottima capacità di trasferimento tecnologico verso aziende nazionali in grado di produrre materiali e componenti hi tech, l'Italia è in prima linea in questo campo.**

L'ENEA, in particolare, ha consolidato un ruolo di leadership grazie ad una lunga tradizione in questo settore: coordina il Programma nazionale di ricerca sulla fusione, partecipa ai grandi progetti internazionali ITER e Broader Approach, e ha da poco lanciato un progetto sperimentale denominato DTT, Divertor Tokamak Test, nel quale sono coinvolti ENI e un pool di istituzioni di ricerca e Università. **Le attività ENEA sulla fusione si svolgono nei centri di Ricerca di Frascati e del Brasimone e fanno capo al Dipartimento Fusione e Sicurezza Nucleare** dove lavorano quasi 500 fra ricercatori e tecnologi. A Frascati sono stati realizzati impianti di frontiera come il Frascati Tokamak, il Frascati Tokamak Upgrade, il Frascati Neutron Generator e qui sorgerà il DTT. Qui ENEA sta sviluppando attività nel campo dei materiali superconduttivi per utilizzo industriale, possibili applicazioni nel campo spaziale e della produzione di idrogeno, oltre che macchine per la cura

avanzata dei tumori (protonterapia).

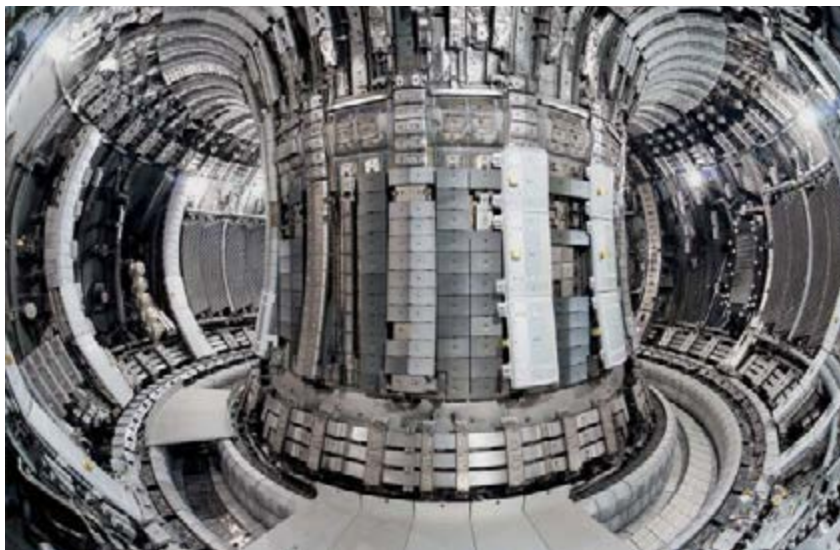
A **Brasimone** la ricerca sulla fusione ha recentemente dato vita anche a due nuovi filoni di attività: la produzione di radiofarmaci, con la prospettiva di realizzare un Polo Nazionale per la medicina nucleare e lo sviluppo di tecnologie avanzate per il monitoraggio e la sicurezza/difesa del territorio. Solo negli ultimi 20 anni nel campo della fusione ENEA ha registrato oltre 50 brevetti.

I grandi progetti internazionali

Il maggior progetto internazionale sulla fusione attualmente in corso è ITER che si sviluppa nell'ambito di una collaborazione tra le sette maggiori potenze economiche (Unione Europea, Cina, India, Giappone, Corea, Russia e Stati Uniti) che rappresentano il 50% della popolazione e l'85% del PIL globale. Tutti questi paesi hanno programmi di ricerca avanzati sulla fusione motivati, in alcuni casi, dalla urgente necessità di accesso a nuove fonti di energia.

ITER è un'opera di estrema complessità, portata avanti da scienziati e ingegneri di numerose nazionalità, etnie, religioni e lingue ed è in fase avanzata di costruzione a Cadarache, in Francia con un investimento di 20 miliardi di Euro di cui circa il 50% sostenuti dall'Unione Europea. L'obiettivo è di dimostrare la fattibilità della produzione di energia da fusione e di avere il massimo ritorno scientifico per poter progredire nei tempi più brevi possibili verso un reattore dimostrativo DEMO.

Un altro progetto di rilievo è stato il **Broader Approach** che ha visto insieme Europa e Giappone per la realizzazione della macchina da fusione "JT60-SA" per svolgere attività complementari in grado di accelerare la realizzazione dell'energia da fusione. L'ENEA ha partecipato alla progettazione di diversi componenti ed ha un ruolo primario nella prosecuzione delle attività.



Vi è poi DTT, un progetto tutto italiano, ideato dall'ENEA in collaborazione con alcune prestigiose Università e centri di ricerca (ENEA (70%), Eni (25%) con il Consorzio CREATE, l'INFN, il Consorzio RFX, Politecnico di Torino, Università della Tuscia, Milano Bicocca, Roma Tor Vergata e, a breve, il CNR) con l'obiettivo di dare risposte ad alcuni dei nodi più complessi sul cammino della fusione e prevede oltre 600 milioni di investimenti di cui 250 di prestito BEI che lo ha inserito tra i Progetti considerati strategici. Le ricadute economiche sono stimate in 2 miliardi di euro con la creazione di circa 1.500 nuovi occupati diretti e nell'indotto. Intorno al DTT – che è in via di realizzazione nel CR ENEA di Frascati - nascerà una vera e propria cittadella internazionale della ricerca, aperta a ricercatori e scienziati di tutto il mondo. Si tratta di una grande opportunità per il sistema della ricerca italiano e per la nostra industria

Le ricadute per l'industria italiana e per altri settori

Nel campo della fusione ad oggi le nostre

imprese hanno vinto oltre 1,3 milioni di euro di commesse, più del 50% del valore totale delle commesse europee per ITER (escluse quelle relative alle infrastrutture civili): l'Italia è quindi nella posizione migliore per sfruttare il ritorno di know-how industriale dalla costruzione di questo impianto di frontiera. Per il futuro l'obiettivo è di conquistare nuovi contratti per centinaia di milioni di euro nei prossimi anni. Fra le nostre imprese spiccano i nomi di: ASG superconductors, CECOM, Delta TI, Ansaldo, Mangiarotti, OCEM Energy Technology, SIMIC, Walter Tosto, Tratos, Criotec, solo per citarne alcune. D'altro canto le ricadute in settori diversi da quello dell'energia sono un chiaro esempio di possibili ulteriori sbocchi della ricerca fusionistica: i treni Maglev, a levitazione magnetica, resi possibili dai progressi nel campo della superconduttività, sono forse il caso più eclatante, ma ve ne sono molti altri che costituiscono un valore aggiunto inestimabile.

Per info: alessandro.dodaro@enea.it

1. L'unico materiale radioattivo è all'interno della camera di reazione che non ha contatti con l'esterno.

Idrogeno, un 'ponte' verso il mondo rinnovabile

L'idrogeno non è una fonte energetica ma un vettore, in grado di immagazzinare e fornire grandi quantità di energia senza produrre emissioni di CO₂. Per questo suscita grande fiducia e interesse a livello globale come elemento-chiave per affrontare la sfida climatica e decarbonizzare l'industria, i trasporti, la produzione di energia. L'idrogeno, tuttavia, non si trova sulla terra nella sua forma molecolare e deve essere prodotto a partire da composti più complessi come l'acqua o i combustibili fossili: ricerca e innovazione hanno quindi un ruolo fondamentale nello sviluppo di tecnologie che consentano di far nascere un'economia dell'idrogeno.

DOI 10.12910/EAI2021-068 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO

di Francesca Santoni, Giulia Monteleone - Laboratorio Accumulo di energia, batterie e tecnologie per la produzione e l'uso dell'idrogeno

Con il termine “transizione energetica” si intende il passaggio dal vecchio “mondo fossile” al nuovo “mondo rinnovabile”, ovvero il passaggio da un modello di produzione di energia basato sull'utilizzo di fonti fossili come il petrolio, gas naturale e carbone, ad un modello che si basa su fonti energetiche rinnovabili come eolico e fotovoltaico. Tale passaggio è motivato non solo dal fatto che le fonti fossili sono risorse esauribili, ma soprattutto dalla necessità di ridurre l'impatto ambientale e le emissioni di anidride carbonica (CO₂) prodotte dal loro utilizzo. Infatti, l'aumento di questo gas nell'atmosfera è la principale causa del riscaldamento globale, che provoca non solo la fusione dei ghiacciai e l'innalzamento del livello del mare, ma anche la desertificazione e l'aumento di fenomeni tra cui uragani e inondazioni. Al fine di ridurre tali fenomeni e dare il via quindi ad una transizione energetica che abbia tra i principali obiettivi la decarbonizzazione, l'Unione Europea ha messo a punto una serie di step (Figura.1) che puntano a far divenire l'Europa il primo continente a impatto climatico

zero, raggiungendo l'ambizioso obiettivo della *carbon neutrality* entro il 2050.

È in questo scenario che va inquadrato l'interesse crescente verso l'idrogeno, che, secondo l'Agenzia internazionale dell'Energia (IEA), può offrire un contributo importante “per affrontare molte sfide energetiche e raggiungere gli obiettivi previsti per il 2050”, sia integrando le rinnovabili, sia contribuendo a decarbonizzare i cosiddetti hard-to-abate sectors - come l'industria chimica e siderurgica e i trasporti pesanti - per i quali è difficile azzerare le emissioni ricorrendo all'elettrificazione diretta e alle tecnologie attualmente disponibili.

Le caratteristiche e i 'colori' dell'idrogeno

L'idrogeno è il primo elemento della tavola periodica ed è anche il più leggero. Il suo atomo è estremamente semplice essendo formato da un nucleo centrale occupato da una particella carica positivamente chiamata protone, attorno alla quale orbita una particella carica negativamente chiamata elettrone.

Allo stato elementare esiste sotto for-

ma di molecola biatomica, H₂, che a pressione atmosferica ed a temperatura ambiente è un gas incolore, inodore, completamente atossico, altamente infiammabile; ma l'idrogeno, come già detto, è il più leggero tra gli elementi chimici, la sua densità è minore della densità dell'aria, e questo comporta che in caso di fughe, questo gas si propaghi velocemente verso l'alto.

Tra le caratteristiche più interessanti dell'idrogeno c'è l'elevata densità di energia per unità di massa e una scarsa densità energetica volumetrica rispetto agli idrocarburi quali le benzine. Questo vuol dire che l'energia sviluppata da un chilogrammo di idrogeno è maggiore di quella sviluppata da un chilogrammo di benzina, ma che occupa un volume nettamente maggiore richiedendo per il suo deposito serbatoi più grandi.

L'idrogeno è l'elemento più abbondante dell'universo osservabile e ne costituisce circa il 75%. Sulla superficie terrestre è praticamente introvabile nella sua forma molecolare; la ragione della sua scarsa abbondanza nell'atmosfera terrestre è dovuta al fatto che la molecola di idrogeno è molto leggera, non viene trattenuta dalla



forza di gravità terrestre e tende pertanto a sfuggire dall'atmosfera stessa. Per poterla trattenere è necessaria una forza di gravità molto più grande come quella presente nei cosiddetti 'giganti gassosi', quali Giove, Saturno, Urano e Nettuno.

Sulla Terra, quindi, l'Idrogeno lo si trova combinato con altri atomi, ad esempio con l'ossigeno nel formare l'acqua, o assieme al carbonio in diversi idrocarburi (il più semplice è il metano CH₄), nonché in piante, animali e in altre forme di vita essendo un costituente essenziale delle molecole organiche.

Per poter essere utilizzato l'idrogeno deve allora essere 'estratto' da molecole più complesse, e quindi 'prodotto' da uno dei composti in cui si trova; questo processo richiede il consumo di energia. Attualmente l'idrogeno viene prodotto per la quasi totalità tramite il *reforming* del gas naturale (il cosiddetto 'Idrogeno grigio'), dalla gasificazione del carbone (detto anche 'Idrogeno nero') e dalla lignite (detto anche 'Idrogeno marrone'); tale produzione è associata ad ingenti emissioni di anidride carbonica.

Al fine di rendere la sua produzione più sostenibile, le strade percorribili sono due: la prima è ottenerlo sempre dal gas

naturale tramite il *reforming*, ma catturando e sequestrando la CO₂ emessa nel processo (detto anche 'Idrogeno blu'), oppure generarlo dalla scissione della molecola d'acqua (H₂O) tramite il processo di elettrolisi con l'utilizzo di energia elettrica rinnovabile ('Idrogeno verde o rinnovabile').

Ruolo e criticità dell'Idrogeno nella transizione energetica

L'idrogeno non è una fonte di energia, ma un 'vettore energetico', sul quale si ripone grande fiducia a livello globale per far fronte alle sfide climatiche, poiché può immagazzinare e fornire grandi quantità di energia senza generare emissioni di CO₂ durante il suo utilizzo.

Per le sue caratteristiche, questa molecola sta assumendo un ruolo chiave nella decarbonizzazione di diversi settori quali l'industria, i trasporti e l'energia elettrica, tutti comparti nei quali la riduzione delle emissioni di carbonio è tanto urgente quanto difficile.

In quanto vettore energetico, l'idrogeno può svolgere un ruolo chiave nel favorire la penetrazione delle stesse fonti rinnovabili non programmabili, quale eolico

e fotovoltaico nel sistema energetico, andando ad agire come bilanciatore di rete. Ciò significa, come mostrato nella Figura 2, che l'eccesso di energia elettrica prodotta nei momenti di picco dalle fonti 'green', può essere utilizzata per produrre idrogeno attraverso il processo di elettrolisi e può, quindi, essere 'immagazzinata' sotto forma d'idrogeno, diventando una riserva di energia da utilizzarsi nei momenti di carenza o di maggior richiesta. L'idrogeno così accumulato può essere utilizzato come combustibile pulito, bruciato per produrre calore, o utilizzato in dispositivi chiamati *fuel cell* (celle a combustibile), per generare energia elettrica in modo pulito ed efficiente. Le *fuel cell* possono funzionare anche in modalità *reversibile*, ossia produrre Idrogeno quando l'energia elettrica da rinnovabile è in eccesso, e utilizzare l'Idrogeno per produrre energia elettrica in momenti in cui c'è ne è richiesta, in assenza di rinnovabile (quando mancano il vento o il sole!).

L'idrogeno rappresenta uno dei vettori energetici con maggiore versatilità e flessibilità, il suo utilizzo potrà quindi avere un ruolo importante anche nella produzione di calore privo di CO₂ per la decarboniz-

zazione dell'industria 'energivora' come ad esempio i settori dell'acciaio e del vetro che necessitano di grandi quantità di calore industriale per i processi produttivi.

Avrà un ruolo, inoltre, nel futuro della mobilità sostenibile, in primis nei trasporti pesanti e a lungo raggio come descritto nel Piano Nazionale di Sviluppo - Mobilità Idrogeno Italia elaborato da H2IT - Associazione Italiana Idrogeno e Celle a Combustibile [2]. In particolare, l'idrogeno può essere fondamentale nel trasporto su strada, riducendo le emissioni di CO₂ e garantendo al tempo stesso migliore qualità dell'aria in ambiente urbano. Anche nel settore ferroviario, locomotori con powertrain a celle a combustibile sono già concorrenziali agli attuali a trazione diesel, in termini di prestazione e garanzia del servizio.

La nascita di una economia dell'idrogeno in Europa è oggi rallentata da ostacoli di natura non solo tecnologica, che vanno dai costi elevati alla mancanza di una dotazione infrastrutturale, all'assenza di un quadro normativo/regolatorio/autorizzativo favorevole e di una campagna di investimenti atta a finanziare la ricerca e innovazione incentrata su tecnologie d'avanguardia e nuove soluzioni per il mercato.

L'ENEA e l'idrogeno

L'ENEA è impegnata nella ricerca e sviluppo e nel miglioramento delle tecnologie appartenenti all'intera catena del valore dell'idrogeno, dalla produzione agli usi finali. Grande attenzione viene posta ai sistemi per la produzione dell'idrogeno verde: nell'ambito di un programma di ricerca finanziato dal MiSE (Ricerca di Sistema Elettrico), ENEA sta studiando, su scala di laboratorio, diversi processi innovativi basati sulla produzione di idrogeno tramite elettrolisi dell'acqua sia a bassa che ad alta temperatura, cicli termochimici, processi biologici e il *reforming* del biogas.

A livello europeo, sul tema delle tecnologie dell'idrogeno, ENEA è coinvolta in numerosi progetti H2020 cofinanziati principalmente dalla Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU). Molti di questi hanno riguardato lo sviluppo e la validazione di celle a combustibile ad alta temperatura, altri progetti hanno incluso il tema dell'elettrolisi ad alta temperatura e altri ancora hanno studiato il funzionamento delle celle a combustibile con biogas e syngas.

Su scala pilota due progetti europei coordinati da ENEA, riguardano lo sviluppo

di sistemi innovativi di produzione di idrogeno, basati sul reforming solare e sull'elettrolisi di ossidi solidi (SOE) assistita da energia solare. Ed ancora ENEA è coinvolta in progetti per l'uso dell'idrogeno nel settore marittimo e portuale.

Tra i vari progetti quello che rappresenta la più importante sfida dei prossimi anni, è la realizzazione presso il Centro Ricerche ENEA della Casaccia della prima **"Hydrogen Valley" italiana. L'idea di base è creare incubatore tecnologico che curi tutta la nascente filiera dell'idrogeno: dalla produzione alla distribuzione, dall'accumulo all'utilizzo, e che faccia "dialogare" tra loro università, istituti di ricerca, associazioni e imprese.**

All'interno Hydrogen Valley italiana si testerà l'impiego di idrogeno puro e in miscela con gas naturale, mettendo a punto miscele idrogeno-metano da immettere nella rete interna di distribuzione del gas. Sarà realizzato un **"idrogenodotto" locale** dedicato da utilizzare in modo capillare, a seconda della domanda delle utenze. Sarà realizzata una stazione di rifornimento per veicoli a fuel cell in uso all'interno dello stesso Centro. **Nascerà dunque una Cittadella dell'Idrogeno.**

Per info: marialudovica.bitonti@enea.it

I percorsi formativi ENEA sul tema dell'idrogeno

Sul fronte della tematica idrogeno l'ENEA si impegna anche in programmi per la divulgazione del proprio know-how attraverso diversi canali dedicati non solo ad un pubblico tecnico/scientifico ma anche nei percorsi di formazione per ragazzi. **In particolare, è stato attivato un PCTO (Percorsi per le Competenze Trasversali e l'Orientamento), specificamente dedicato a "Idrogeno, vettore energetico per la decarbonizzazione",** rivolto alle scuole secondarie di secondo grado. Il ciclo di incontri e lezioni viene realizzato in modalità virtuale, o con attività presso i laboratori del Centro della Casaccia. La proposta prevede un 'approccio' graduale di conoscenza, che parte dagli insegnamenti di base sull'elemento idrogeno e sulle tecnologie ad esso associate fino a mettere i ragazzi nella condizione di sviluppare autonomamente un proprio progetto sull'idrogeno.

BIBLIOGRAFIA

1. Net Zero by 2050- A Roadmap for the Global Energy Sector- IEA- May 2021 - https://iea.blob.core.windows.net/assets/20959e2e-7ab8-4f2a-b1c6-4e63387f03a1/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf
2. Mobilità ad idrogeno-Piano Nazionale di Sviluppo-H2IT- Novembre 2019 - https://www.h2it.it/wp-content/uploads/2019/12/Piano-Nazionale_Mobilita-Idrogeno_integrale_2019_FINALE.pdf

Progetti&percorsi per far conoscere l'efficienza energetica alle nuove generazioni

La scuola è un ambito essenziale per sviluppare una cultura della sostenibilità energetica ed ambientale nelle nuove generazioni. Il Dipartimento Efficienza Energetica dell'ENEA ha sviluppato un vasto programma di attività, iniziative, progetti, campagne di comunicazione e informazione dedicate specificamente a studenti e insegnanti. L'obiettivo è di far nascere la consapevolezza che l'efficienza energetica svolge un ruolo fondamentale nella transizione verso un sistema energetico sostenibile, sicuro e competitivo, per un accesso più equo alle risorse naturali a salvaguardia dell'ambiente e della salute.

DOI 10.12910/EAI2021-070 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO

di Maria Ludovica Bitonti - Dipartimento Unità per l'Efficienza Energetica

La scuola è l'ambito essenziale per sviluppare nelle nuove generazioni la cultura della sostenibilità energetica ed ambientale. I giovani, che si dimostrano già naturalmente sensibili a questi temi, hanno il desiderio di conoscere e scoprire, sono "affamati" di informazioni e desiderosi di contribuire con i propri comportamenti a costruire un futuro migliore, grazie anche - è doveroso sottolinearlo - all'impegno e alla dedizione degli insegnanti. In questa prospettiva, 'educare' gli studenti di ogni ordine e grado ad un uso consapevole delle risorse, favorire una cultura dell'energia fondata sul rispetto dell'ambiente nel mondo della scuola, promuovere ulteriormente presso i giovani comportamenti eco-sostenibili, anche attraverso la diffusione di buone pratiche sono alcuni dei principali obiettivi del Dipartimento per l'Efficienza Energetica dell'ENEA.

Al Dipartimento è affidato anche l'incarico di Agenzia Nazionale per l'Ef-

ficienza Energetica e, in questa veste, i progetti formativi si propongono di fare acquisire ai giovani la consapevolezza che l'efficienza energetica è destinata a svolgere un ruolo fondamentale nella transizione verso un sistema energetico sostenibile, sicuro e competitivo, che garantisca un accesso più equo alle risorse naturali e salvaguardi l'ambiente e la salute.

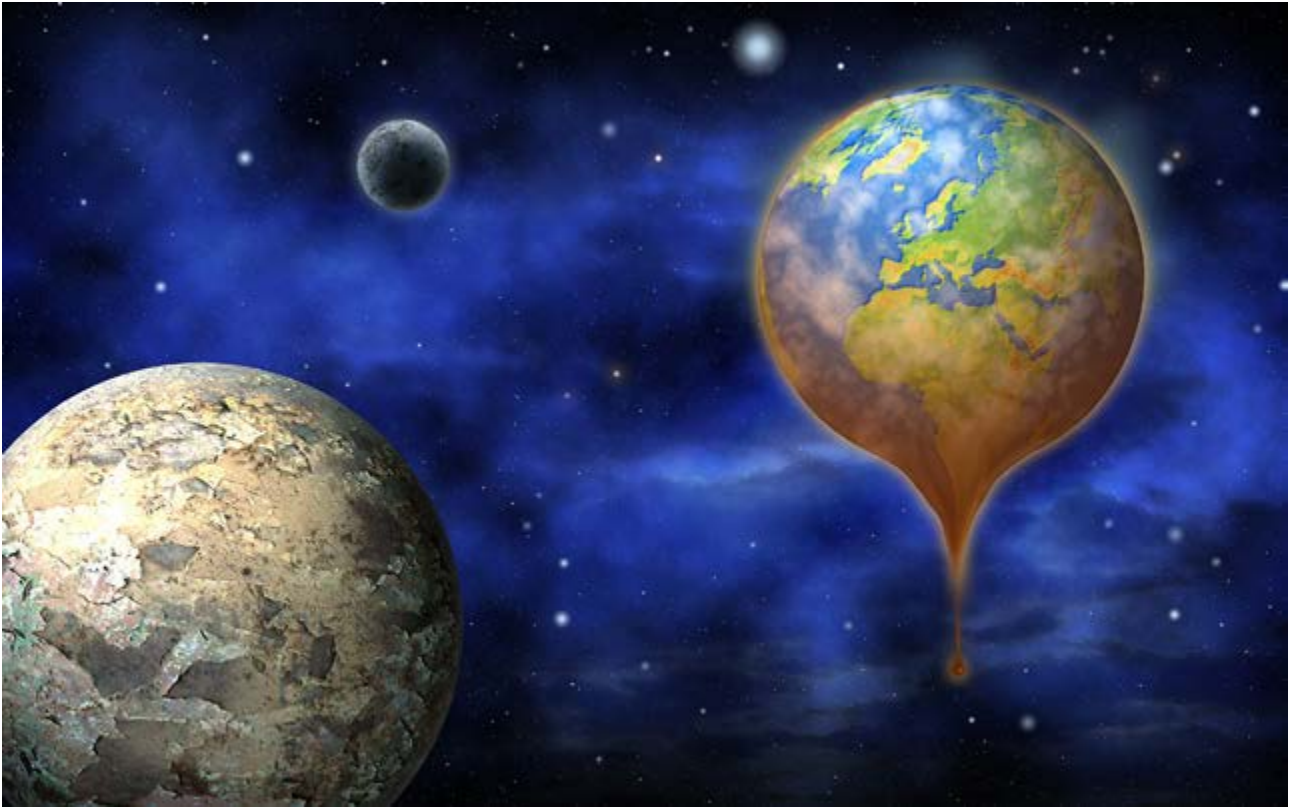
Inoltre, all'interno delle comunità locali il ruolo della scuola può avere un effetto moltiplicatore ed essere molto importante nel sensibilizzare non solo studenti e famiglie, ma anche istituzioni e altri portatori di interessi operanti sul territorio.

Iniziative e progetti per i più giovani: E-prof, quiz e giornalisti in erba

Efficienza significa adottare sistemi per ottenere uno stesso risultato usando meno energia, significa scegliere le migliori tecnologie disponibili, assumere comportamenti responsabili e consa-

pevoli, concepire un abitare sostenibile, assicurando migliori condizioni di vita, comfort e salute. Non a caso, l'efficienza è un obiettivo strategico anche per l'Unione Europea e costituisce uno degli elementi chiave della politica energetica nazionale per le sue molteplici ricadute in termini di risparmi economici, vantaggi ambientali, sicurezza degli approvvigionamenti. La priorità dell'efficienza energetica è stata anche confermata nel Green Deal europeo, che mira a rendere l'Europa il primo continente a impatto zero dal punto di vista climatico entro il 2050. E' in questo contesto che il Dipartimento ha messo e mette a disposizione le proprie conoscenze e metodologie sia teoriche che pratiche al servizio del mondo della scuola.

Diamo dunque qui un panorama - non esaustivo ma significativo - di alcune delle principali iniziative destinate a studenti ed insegnanti portate avanti negli ultimi anni. Un posto d'onore lo merita senza dubbio il portale [KDZE-ENERGY.eu](https://www.kdzenergy.eu) dedicato all'informazio-



ne/formazione sui temi dell'efficienza energetica rivolto ai ragazzi tra i 7 e i 14 anni che, nato nel 2019, continua ad essere un punto di riferimento per le comunità di insegnanti e studenti; fruibile autonomamente dagli studenti può essere utilizzato dagli insegnanti come strumento didattico multimediale, caratterizzato da un alto grado di interattività. KDZENERGY nasce con l'idea di sperimentare un nuovo modello comunicativo che vede come attori principali della comunicazione i bambini stessi, in quanto testimoni spontanei che raccontano le proprie esperienze, le proprie idee di energia e tecnologia, le proprie proposte per promuovere un uso efficiente dell'energia in casa e nella città. Entrando nel portale KDZENERGY, l'utente è accolto da E-Prof, un avatar che lo accompagnerà alla scoperta del mondo dell'energia e dell'efficienza energetica. Un gioco a quiz porterà a riflettere su come utilizziamo l'energia nel-

le nostre case e a scoprire come possiamo diventare consumatori efficienti. La struttura a ipertesto permette di approdare a un livello di approfondimento dei temi trattati sempre maggiore, in modo da soddisfare vari livelli di curiosità. KDZENERGY integra due strumenti di comunicazione che si configurano come due format video: KIDZTED e KIDZDOC. KIDZTED è il format che raccoglie brevi interviste fatte con i bambini in classe (lo spunto è il famoso marchio di conferenze statunitensi "Technology Entertainment Design"), i KIDZDOC sono brevi reportage che vedono i bambini come piccoli giornalisti.

80 voci per spiegare il mondo dell'energia

Nato per tutti i pubblici, ma particolarmente utile per gli studenti, ricordiamo nel sito di Dipartimento il Glossario Efficienza Energetica: oltre 80 voci

per spiegare e approfondire il mondo dell'energia, dalle principali fonti energetiche alle tecnologie, dalla ricerca alla normativa ai risvolti ambientali e sociali. Il Glossario si propone come dizionario aggiornato delle parole chiave del settore dell'efficienza energetica ed è in costante rinnovamento: fra le ultime voci cinque nuovi termini dedicati a misure di policy e a meccanismi d'incentivazione.

Fra le iniziative dedicate alla scuola non possiamo non citare alcune delle attività realizzate nell'ambito di Italia in Classe A, la campagna di informazione e formazione sull'efficienza energetica promossa dal Ministero dello Sviluppo Economico e realizzata dall'ENEA che ha concluso il suo triennio a settembre 2020. Un esempio è SALVA IL KILOWATTORA, promossa da Green Cross Italia ed ENEA, l'iniziativa di sensibilizzazione e informazione sui temi dell'efficienza energetica e del risparmio

per gli studenti delle scuole primarie e delle secondarie di primo grado nonché -attraverso la somministrazione di un questionario dedicato- rivolta alla valutazione delle conoscenze sui temi del risparmio e dell'efficienza energetica e della povertà energetica su un campione di scuole. Dal 3 al 9 febbraio 2020 si è svolta con grande successo la prima **Settimana del risparmio energetico**: il contatore di Salva il kilowattora ha segnato un vero e proprio record di partecipazione: 20.107 azioni, piccoli grandi gesti per risparmiare energia, abolire gli sprechi, ridurre i consumi. Più di 6 mila studenti appartenenti a 61 scuole di tutta la penisola, accompagnati dai loro insegnanti, hanno approfondito il tema e poi si sono dati da fare, arrivando a coinvolgere le famiglie, i cittadini, a volte l'intero istituto con incontri, laboratori, dibattiti.

Sempre inserito in Italia in Classe A facciamo un breve cenno a *"Efficienza energetica on the road"* (format itinerante per incontri e dialoghi sul territorio sull'uso consapevole delle risorse, 10 tappe in 10 città italiane per sperimentare nuove forme di comunicazione partecipativa) dove è stato realizzato per gli studenti delle scuole superiori uno spettacolo comico teatrale per far riflettere divertendo sui temi dell'energia e dell'ambiente.

#ScuolainClasseA: istruzioni per l'uso

Non dimentichiamo poi il ricco materiale didattico e informativo che ad oggi ENEA mette a disposizione dei diversi ordini di scuola. #ScuolainClasseA: Istruzioni per l'uso, opuscolo divulgativo per studenti e personale scolastico con i consigli e i suggerimenti per ottimizzare i benefici del vivere in un edificio energeticamente efficiente e

rendere più confortevole e salubre l'ambiente scolastico; **Ogni chilowattora** conta, percorso didattico sui temi del risparmio e dell'efficienza energetica, con dati, indicatori, tabelle e grafici che descrivono i vari aspetti del sistema energetico; **Piccolo manuale di intelligenza energetica**, guida operativa destinata agli alunni del secondo ciclo della scuola primaria; **Usa bene la tua energia**, percorso didattico destinato agli alunni del IV e V anno della scuola primaria e agli studenti della scuola secondaria di I grado con il quale il docente può mostrare le similitudini tra le soluzioni che il corpo umano adotta per usare al meglio la sua energia e le soluzioni tecnologiche e comportamentali che abbiamo a disposizione per ridurre i consumi. Tutti i percorsi didattici suggeriscono piccoli cambiamenti nei gesti di tutti i giorni, per usare meglio l'energia e per ridurre gli sprechi a scuola e a casa e offrono agli insegnanti l'opportunità di trattare temi quali il risparmio e l'efficienza energetica in modo divertente e coinvolgente.

Vi sono poi alcune iniziative che rientrano nei progetti di **Alternanza Scuola Lavoro**¹, come ad la partecipazione al **"White Energy Week"** promosso da SEASIDE e giunto quest'anno alla terza edizione, nel quale il Dipartimento Efficienza Energetica ha messo a disposizione i propri esperti e conoscenze teoriche e pratiche per promuovere la creazione di una cultura dell'efficienza energetica in tutti gli ambiti professionali. Un altro esempio è il corso di Alternanza Scuola Lavoro presente nell'offerta formativa ENEA 2017/2019- **"Raccontare l'efficienza energetica con smartphone e tablet"** che ha visto la partecipazione, in diverse edizioni, di 156 studenti di due licei scientifici (di Roma e provincia), con 210 ore di lezioni teorico/pratiche

e il coinvolgimento di 14 ricercatori, tecnologi e giornalisti Rai, Mediaset e videomaker. Il corso ha consentito -fra l'altro- agli studenti di apprendere tecniche di traduzione di testi dal linguaggio scientifico a quello divulgativo e per la parte pratica di realizzare 28 servizi videogiornalistici di circa un minuto e mezzo contenenti interviste agli esperti ENEA.

Come ENEA e come **Agenzia Nazionale per l'Efficienza Energetica - impegnata in un vasto programma di attività per promuovere lo sviluppo di tecnologie, sistemi e componenti e in campagne di comunicazione e informazione rivolte a tutti i settori della società - vogliamo proseguire su questa strada al servizio del mondo della scuola, dedicando risorse e conoscenze per arricchire le nostre proposte.** Fra gli obiettivi quello di approfondire ulteriormente un approccio multidisciplinare che consenta di coniugare gli aspetti tecnologici con quelli sociali e culturali, anche attraverso una comunità di insegnanti che potrà collaborare all'individuazione, alla sperimentazione e alla condivisione di nuovi percorsi didattici.

Infine, volgendo lo sguardo agli scenari energetici globali del futuro, è utile riportare le parole di **Fatih Birol**, direttore esecutivo dell'Agenzia Internazionale dell'Energia, IEA (risalgono a qualche anno fa ma non hanno perso nulla in termini di attualità): "L'Agenzia Internazionale dell'Energia ha delineato tre obiettivi che possono segnare la tabella di marcia a livello globale verso uno sviluppo sostenibile: la stabilizzazione climatica, l'accesso universale all'energia elettrica e il miglioramento della qualità dell'aria. Per raggiungerli è necessario raddoppiare l'efficienza energetica attuale". E tutti devono sapere di poter fare positivamente la propria parte.

1. Rinominata dalla Legge 145/2018 Percorsi per le Competenze Trasversali e per l'Orientamento- PCTO

NEL PROSSIMO NUMERO PARLEREMO DI:

Space economy, scienza e innovazione oltre l'atmosfera terrestre

Materiali avanzati e componenti hi-tech, saldature laser, sistemi robotizzati e supercomputer ma anche 'vele solari', strumentazioni avanzate e orti spaziali per fornire cibo fresco e ad alto valore nutritivo agli astronauti nelle missioni di lunga durata. Sono alcune delle attività che l'ENEA sviluppa in collaborazione con il mondo della ricerca e partner industriali di eccellenza, nel campo della 'space economy', alle quali sarà dedicato il prossimo numero di Energia Ambiente e Innovazione. Una decisione legata a motivi di attualità - lo spazio e le attività collegate sono protagoniste all'EXPO di Dubai che si chiude nel febbraio 2022 - ma anche perché si tratta di un comparto di grande rilievo per il nostro Paese, sesta potenza spaziale al mondo.

In questi ultimi anni la space economy si è sempre più affermata come uno dei comparti più dinamici e competitivi, a livello nazionale e internazionale, con ricadute di rilievo in settori di punta in termini di ricerca, economia, medicina, energia, nuovi materiali, scienze della vita, agroalimentare, conservazione del patrimonio culturale e tanti altri.

In ENEA la ricerca e l'innovazione tecnologica nel campo spaziale riguardano numerose attività realizzate anche in collaborazione con ASI, CERN, CNR, ESA, IAEA, INAF, INFN, con il mondo accademico e l'eccellenza dell'industria made in Italy e coinvolgono i Dipartimenti Fusione e Sicurezza nucleare; Tecnologie energetiche e fonti rinnovabili e Sostenibilità dei sistemi produttivi e territoriali oltre alla Direzione Innovazione e Sviluppo che cura il trasferimento tecnologico dei risultati ottenuti.

Fra le attività che approfondiremo, le soluzioni per la 'protezione' di componenti e velivoli spaziali in condizioni ambientali estreme, come forti escursioni termiche, abrasione e altre condizioni d'uso; le infrastrutture uniche di cui dispone l'Agenzia, raccomandate anche dall'ESA, e acceleratori di particelle in grado di simulare la radiazione in ambiente spaziale interplanetario, sistemi robotizzati per lo sviluppo e la caratterizzazione di componenti di lanciatori, satelliti e propulsori per l'aerospazio e controlli non distruttivi basati su ultrasuoni e saldatura laser. Altri progetti riguardano la sopravvivenza in orbita di uomini, piante e batteri, per garantire qualità e sicurezza ai membri dell'equipaggio sulle stazioni orbitanti per missioni spaziali sempre più lunghe; e ancora, illustreremo progetti molto innovativi con l'Agenzia Spaziale Europea e partner italiani per valutare la possibile applicazione di tecnologie satellitari a supporto di attività di monitoraggio e riconversione di strutture energetiche offshore.

eai.enea.it

