



UNIVERSITÀ
DI PARMA

dicembre 2021

UNIPR **Ricerca**

risultati, persone, fatti della ricerca di Ateneo

UNIPR Ricerca: un nuovo strumento per fare conoscere la nostra migliore ricerca

in evidenza:

Industria 4.0. e innovazione tecnologica a supporto della sicurezza sul lavoro

La qualità dell'aria a Parma durante l'emergenza Covid-19

Diritto costituzionale e pandemia da Covid-19

Nuove conoscenze sulla risposta immunitaria nell'epatocarcinoma

Una pianta sommersa e un verme mitigano le pressioni antropiche e migliorano la qualità delle acque

Matematica applicata alla fluidodinamica dei gas

Il "Modello emiliano", l'Europa e i cambiamenti necessari

UNIPR Ricerca
Dicembre 2021

a cura di:

Coordinamento: Roberto Fornari
Redazione: Barbara Rondelli, Licia Gambarelli, Giovanna Greci
Grafica e impaginazione: Nicola Franchini

inviare commenti, segnalazioni e spunti a:

dirigenza.ricerca@unipr.it

archivio:

www.unipr.it/ricerca

in copertina: elaborazione di una foto di Marco Bartoli (dall'articolo a pagina 17)

immagini: fornite e concesse dai docenti autori delle ricerche

Le notizie a pagina 27 sono in parte tratte e riadattate dall'archivio notizie del portale www.unipr.it

Gentili lettrici e lettori,

in questo editoriale parlerò del significato e del valore della ricerca universitaria. Considerando che ci sono già istituzioni (in particolare i cosiddetti Enti Pubblici di Ricerca) deputate a svolgere primariamente attività di ricerca, uno potrebbe infatti essere indotto a pensare che i docenti universitari dovrebbero concentrarsi maggiormente, se non addirittura esclusivamente, su didattica e formazione. Una tale considerazione sarebbe sbagliata in quanto proprio l'aspetto formativo risulterebbe fortemente penalizzato qualora la didattica non fosse accompagnata da un'adeguata attività di ricerca. Lo stimolo che deriva al singolo docente dal produrre nuove conoscenze, misurandosi con gli avanzamenti della sua comunità scientifica di riferimento, ne fa un docente più completo. Il continuo confronto e aggiornamento è la molla per migliorare un corso universitario, aggiungendo nuovi contenuti e rivitalizzandone altri. Questo vale per tutti gli insegnamenti anche se, ovviamente, sono quelli più avanzati della laurea magistrale a trarre i maggiori benefici dall'impegno dei docenti nella ricerca. Il profilo di un corso di laurea, sia esso in ambito umanistico, tecnologico o scientifico, in ultima analisi è dettato dalla somma delle ricerche portate avanti dai suoi docenti. Gli insegnamenti generali, "da libro", sono simili ovunque, ma gli insegnamenti specialistici riflettono le ricerche condotte in ogni ateneo. Una buona ricerca, fatta da buoni ricercatori, è in effetti il presupposto per una didattica di qualità, sempre attuale e in grado di preparare i giovani laureati a giocare da protagonisti nel mondo produttivo così come nel mondo accademico. Per questo, in tutti i ranking, fra i parametri di maggior peso figurano sempre il livello e la produzione della ricerca, la presenza di ricercatori "blasonati" nel corpo docente, progetti e riconoscimenti internazionali.

Ma la ricerca universitaria è giustificata da un secondo aspetto altrettanto importante: la disponibilità di migliaia di giovani cervelli brillanti e motivati, un capitale umano inestimabile. Oltre a laboratori e biblioteche, sono proprio l'entusiasmo, la capacità e la voglia di fare dei laureandi e dei dottorandi a dare impulso alla ricerca. In questa fase del percorso universitario, il docente deve scendere dalla cattedra e diventare tutor, consigliere, per instradare il lavoro dei discenti con la propria esperienza, per aiutarli ad estrarre il meglio dall'esperienza di tesi, ma anche per insegnare loro i fondamentali principi etici che dovrebbero sempre guidare chi opera nello straordinario mondo della ricerca. Dal positivo confronto fra l'esperienza del docente e la freschezza di idee, senza preconcetti, del laureando o dottorando, scaturiscono spesso risultati originali o addirittura dirompenti. A testimonianza di ciò si vedano diversi articoli di questa edizione di UNIPRicerca, e di quelle precedenti, nei quali il contributo dei giovani collaboratori viene esplicitamente riconosciuto dai responsabili delle ricerche. Da sole, le facce sorridenti di laureandi e laureande, dottorande e dottorandi, giovani post-doc, a fianco degli articoli fanno capire quanto la ricerca nell'università sia insostituibile. Poco conta che un professore universitario per la ricerca abbia a disposizione meno della metà del tempo che ha un suo omologo al CNR, ASI o INGV. E comunque non dimentichiamo che la stragrande maggioranza di tutti i Premi Nobel, in tutte le nazioni dal 1901 ad oggi, è stata assegnata a docenti universitari, ultimo il nostro Giorgio Parisi, segno che l'ambiente universitario, pur coi suoi limiti e lacci burocratici, riesce a liberare creatività e ingegno.

Buona lettura e un augurio di Buone Feste,

Roberto Fornari

Prorettore per la Ricerca



Eleonora Bottani



Letizia Tebaldi



Giuseppe Vignali



Giovanni Paolo Tancredi

INDUSTRIA 4.0. E INNOVAZIONE TECNOLOGICA A SUPPORTO DELLA SICUREZZA SUL LAVORO

Originariamente sviluppate come tecnologie per il gioco e l'intrattenimento, la realtà virtuale (virtual reality, VR) e la realtà aumentata (augmented reality, AR) stanno rapidamente guadagnando terreno in svariati ambiti industriali e produttivi. La realtà aumentata inaugura infatti nuovi orizzonti applicativi che aiutano le aziende rendendo il processo produttivo più efficiente, user-friendly e sicuro. Tutto questo è alla base di due progetti scientifici SISOM (Sistemi Intelligenti per l'Assistenza ed il Supporto degli Operatori in Interfaccia con il Macchinario, insiemi di macchine e attrezzature di lavoro nei processi industriali) e W-Artemys (Wearable Augmented Reality for Employee safety in Manufacturing sYStems) che vedono coinvolti Giuseppe Vignali, responsabile scientifico dei progetti, ed Eleonora Bottani, entrambi docenti del Dipartimento di Ingegneria e Architettura. Oltre ai due docenti sono coinvolti Letizia Tebaldi e Giovanni Tancredi, dottorandi in Ingegneria industriale.

Prof.ssa Bottani, Prof. Vignali, che cos'è la realtà aumentata (augmented reality, AR)? Potreste darci una definizione e dirci come funziona?

La realtà aumentata è un'esperienza interattiva di arricchimento di un ambiente reale, grazie alla quale gli oggetti reali presenti sono potenziati da percezioni sensoriali generate dal computer, tra cui quella visiva, uditiva, tattile ("aptica"), o somatosensoriale. Un sistema in realtà aumentata incorpora tre caratteristiche fondamentali: una combinazione del mondo reale e di quello virtuale; l'interazione in tempo reale da parte dell'utente; e l'accurata collocazione in 3D di oggetti virtuali e reali. Le informazioni sensoriali sovrapposte possono essere costruttive (che

"aumentano" l'ambiente reale) ma anche distruttive (che "mascherano" l'ambiente reale). L'esperienza virtuale si intreccia senza soluzione di continuità con il mondo fisico, così che l'utente la percepisce come un elemento immersivo dell'ambiente reale. In questo modo, la realtà aumentata modifica la percezione corrente di un ambiente del mondo reale, mentre la realtà virtuale sostituisce completamente l'ambiente del mondo reale dell'utente con uno simulato.

Quali sono gli ambiti d'impiego di questa avanzata tecnologia e, di questi, su quale si focalizza la vostra ricerca?

La realtà aumentata fu inizialmente applicata in alcuni principali ambiti, quali la medicina, le attività di ma-

nutenzione/riparazione, la robotica, l'intrattenimento, l'area militare. Più recenti campi di impiego, tuttora in uso, includono le aree dell'apprendimento, dell'addestramento e dell'educazione. Negli ultimi anni è stato coniato il termine "realtà aumentata industriale" (*industrial augmented reality, IAR*) per descrivere l'uso della realtà aumentata per supportare i processi industriali. Questo identifica le attività di progettazione di prodotto, produzione, assemblaggio, manutenzione, ispezione, e formazione degli operatori come aree chiave per le applicazioni della realtà aumentata industriale. L'attività di ricerca da noi condotta negli ultimi anni ha riguardato in particolare la possibilità di sviluppare e applicare strumenti di realtà aumentata per il miglioramen-

to della sicurezza in ambito produttivo e manifatturiero, con particolare riferimento ai sistemi di macchine, nei quali, essendo presenti più elementi interagenti tra loro, si creano anche le maggiori problematiche in termini di sicurezza dell'operatore.

L'ILO - Organizzazione Internazionale del Lavoro, stima che ogni giorno, 6.300 persone muoiono a causa di incidenti sul lavoro o malattie professionali - causando più di 2,3 milioni di morti all'anno. Anche il governo italiano sul tema delle morti sul lavoro dice che è necessario un intervento tempestivo, in grado di affrontare il problema nel più breve tempo possibile. La vostra ricerca ben si inserisce in tale contesto.

Certamente. La nostra attività di ricerca si è sviluppata in due progetti scientifici, SISOM e W-Artemys, entrambi finanziati da INAIL, Istituto Nazionale Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro, e aventi l'obiettivo specifico di migliorare la sicurezza dell'operatore in impianti manifatturieri. INAIL è interessata da diversi anni ad attività di ricerca, in forma di progettazione e realizzazione prototipale, di dispositivi che permettano di ridurre i rischi per i lavoratori. I due progetti hanno visto la collaborazione di primarie aziende nel territorio di Parma e presso le università partner dei due progetti, a dimostrazione dell'interesse nei confronti della tematica trattata. Nel caso di specie, nel progetto SISOM, è stata sviluppata una soluzione in realtà aumentata supportata da dispositivi mobili (tablet o smartphone), testata presso un'azienda locale, produttrice di macchine per l'industria alimentare tipicamente usate per produzioni stagionali. In questo contesto, non è infrequente che gli operatori a contatto con la macchina non siano particolarmente esperti del funzionamento della macchina stessa (figura 1). L'intento della soluzione in realtà aumentata era espressamente quello di guidare anche l'operatore inesperto nell'esecuzione di alcune operazioni routinarie da svolgersi sulle macchine prodotte dall'azienda (figura 3). Il progetto W-Artemys costituisce un'evoluzione del precedente SISOM, ampliando l'utilizzo di tecnologie smart e prevedendo un loro



figura 1. 3D rendering della macchina oggetto del progetto SISOM.

utilizzo da parte dei lavoratori oltre alla loro integrazione con il sistema informativo aziendale e soprattutto con le macchine e loro insiemi per abilitarne/disabilitarne alcune operazioni. Interagendo con i sistemi a bordo macchina, il dispositivo di cui è dotato l'operatore è in grado di inviare un alert in caso di fermo impianto o di guasto e, successivamente, di guidare l'operatore nella rimozione del problema riscontrato.

Nei nuovi approcci alla sicurezza negli ambienti di lavoro giocano un ruolo importante anche i dispositivi portatili, i cosiddetti wearable devices. Nel progetto W-Artemys ne avete fatto uso?

Nel progetto W-Artemys è stata sviluppata una soluzione in realtà aumentata sia con dispositivi portatili che con particolari visori (wearable smart-glasses tipo HoloLens, vedere figura 2). Quest'ultima soluzione consente di utilizzare la tecnologia della realtà aumentata in maniera innovativa, grazie ad un display con elevate prestazioni e utilizzo del sistema Windows 10. L'operatore vede direttamente sull'occhiale le immagini in realtà aumentata. La soluzione sviluppata durante il progetto è stata testata *in situ* su un sistema di macchine, grazie alla collaborazione di un'azienda del territorio. Allo scopo, sono state svolte varie sessioni di prova con gli operatori dell'azienda, ai quali è stato chiesto di valutare la completezza della soluzione sviluppata, l'usabilità dello strumento (da indossare o portatile) e le preferenze degli operatori nei confronti dei due tipi di dispositivi, anche in relazio-

ne al tipo di problematica presente sull'impianto e alla difficoltà di risoluzione. Tra gli aspetti a favore dei dispositivi "indossati", è emersa la maggiore facilità di identificazione dell'esatta posizione dell'impianto in cui intervenire. I wearable device sono risultati inoltre come particolarmente utili per interventi complessi, in quanto l'operatore ha entrambe le mani libera per agire sull'impianto.

L'emergenza sanitaria ci ha obbligati, soprattutto nell'ambito terziario, allo smart working o al telelavoro ma la realtà aumentata può essere d'aiuto in questi ambiti nel settore industriale? L'assistenza da remoto ad esempio?

Nel caso specifico del progetto SISOM, l'azienda partner della ricerca produce macchine per l'industria alimentare, e come la gran parte delle aziende italiane, vende la maggior parte dei suoi prodotti in paesi esteri e a clienti situati in tutto il mondo. Detti clienti chiedono spesso il supporto dell'azienda per operazioni di manutenzione presso i propri siti produttivi. Per soddisfare tali richieste, l'azienda è spesso costretta a fornire supporto ai clienti inviando i propri tecnici presso la sede del cliente, sostenendo le relative spese di trasferta. Già in questo contesto, una soluzione in realtà aumentata può rivelarsi molto utile come strumento di self-training del cliente, evitando così all'azienda la necessità di trasferte dei propri dipendenti, con i relativi costi. Questo vantaggio è particolarmente amplificato in caso di emergenza sanitaria, che ha ampiamente ridotto la possibilità di trasferte. Analogamente, un siste-



figura 2. Test della soluzione W-Artemys in situ.

Design and Testing of an Augmented Reality Solution to Enhance Operator Safety in the Food Industry

¹ Department of Engineering and Architecture, University of Parma, viale delle Scienze 181/A Campus Universitario, 43124

Parma, Italy, E-mail: giuseppe.vignali@unipr.it

² Innovazioni Tecnologiche e Sicurezza Degli Impianti, Prodotti Ed Insiadamenti Antropici, Istituto Nazionale Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro, Roma, Lazio, Italy

³ DIMEC, University of Calabria, Via P. Bucci, Cubo 44C, third floor via p bucci, Rende, Cosenza, 87036, Italy

Abstract:

Augmented reality (AR) systems help users perform tasks and operations in man-machine interaction, by adding virtual information (such as live-video streams, pictures or instructions) to the real-world environment. This paper describes the design and testing of an AR solution created to enhance the safety of employees when carrying out maintenance tasks on a food processing machine. The machine which was analyzed is a hot-break juice extractor used to obtain juice from fruits and vegetables by separating out seeds and peel. The maintenance task for which the AR system is intended involves cleaning the machine's porous sieves or substituting them with clean replacements and should be carried out at least every 12 hours while the plant is in operation. The paper discusses the main steps involved in developing the AR solution, its testing in the real operating environment and the expected pros/cons of its implementation and use.

Keywords: augmented reality (AR), design and testing, employee safety, maintenance, food equipment

DOI: 10.1515/ijfe-2017-0122

Received: April 13, 2017; **Accepted:** December 1, 2017

figura 3. L'articolo "Design and testing of an Augmented reality solution to enhance operator safety in the food industry" pubblicato sulla rivista *International Journal of Food Engineering*, Febbraio 2018.

ma di realtà aumentata sviluppato con dispositivi *weareable* può essere usato dall'azienda anche per l'assistenza da remoto (*remote assistance*): il tecnico dell'azienda, rimanendo presso il proprio luogo di lavoro, può "vedere" l'impianto nell'azienda del cliente attraverso gli smart-glasses e guidarlo nelle operazioni da eseguire.

Gli sviluppi futuri del Progetto W-Artemys?

Il gruppo di ricerca del progetto W-Artemys è attualmente coinvolto in un'ulteriore attività di ricerca avente lo scopo di sviluppare soluzioni per aumentare la sicurezza degli operatori utilizzando la tecnologia *digital twin*. Tale tecnologia consente di creare una modellazione virtuale dei processi di produzione o manutenzione e di prevenire eventi ad alto

rischio per gli operatori. Le tecnologie *digital twin*, attraverso la virtualizzazione degli elementi fisici, rendono possibile l'applicazione di politiche predittive nella gestione e manutenzione degli impianti. Rispetto ai tradizionali modelli di simulazione, un *digital twin* è "reattivo", ossia riceve informazioni da sensori sul sistema fisico e si modifica quando il sistema stesso subisce modifiche. Nel progetto attualmente in corso, si intendono progettare, realizzare e testare modelli di monitoraggio e controllo del funzionamento di singoli macchinari e/o impianti mediante l'installazione di sensoristica dedicata, che raccolga dati di funzionamento del sistema, ne monitori il funzionamento e soprattutto identifichi precocemente situazioni di rischio per gli operatori.



figura 4. L'articolo "Wearable and interactive mixed reality solutions for fault diagnosis and assistance in manufacturing systems: Implementation and testing in an aseptic bottling line" pubblicato sulla rivista *Computers in Industry*, Giugno 2021.

Il Progetto W-Artemys

L'Università di Parma è capofila del progetto W-Artemys (bando BRIC 2016-18 ID38).

Al progetto, finanziato dalla Direzione Ricerca dell'INAIL-Dipartimento di Innovazioni Tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici-DIT, partecipano anche l'Università degli Studi di Genova e l'Università della Calabria.

Le attività di ricerca del progetto W-Artemys si sono focalizzate sulla possibilità di sviluppare e applicare strumenti di realtà aumentata e Mixed Reality per il miglioramento della sicurezza nei sistemi manifatturieri, con particolare riferimento ai sistemi di macchine. I sistemi di macchine, interagendo tra loro, presentano maggiori criticità in termini di sicurezza; in tal senso le attività di ricerca, partendo dai risultati già ottenuti nel corso del primo anno di progetto, hanno avuto come obiettivo lo sviluppo di un'applicazione mediante l'utilizzo di visori (smart-glasses) e dispositivi portatili su due casi di studio relativi a due sistemi produttivi differenti.

Le aziende coinvolte nelle attività del progetto sono Gea Procomac, Parmalat e Verallia Italia.

LA QUALITÀ DELL'ARIA A PARMA DURANTE L'EMERGENZA COVID-19



Maria Codenotti



Massimiliano Tognolini

Il lockdown del marzo 2020 ha rappresentato, nella tragicità della situazione, un'opportunità unica per valutare l'impatto di una consistente e prolungata riduzione del traffico sulla qualità dell'aria.

Massimiliano Tognolini, docente di farmacologia al Dipartimento di Scienze degli alimenti e del farmaco, ed esperto di farmacotossicologia, ha supervisionato uno studio della qualità dell'aria a Parma nel quale si inserisce una tesi del corso di Laurea Magistrale in Farmacia, condotta da Maria Codenotti. L'analisi, svolta sulla base di dati raccolti dal 23 febbraio al 10 aprile 2020, attraverso tre stazioni fisse dell'ARPAE (Agenzia Prevenzione Ambiente Energia Emilia-Romagna) poste tra Parma e provincia, si è concentrata principalmente sullo studio dell'andamento del biossido d'azoto e del particolato, due tra i principali inquinanti derivanti dal trasporto su strada.

L'impressione comune è che, nelle nostre città, l'aria sia diventata più pulita a seguito del lockdown e della drastica riduzione delle attività dell'uomo sul territorio. Fino a che punto corrisponde al vero tutto questo? Lo chiediamo al Prof. Tognolini.

Durante il lockdown si sono ridotte le emissioni correlate alla mobilità delle persone e, in misura minore, delle merci, oltre alle emissioni legate alle attività produttive che hanno subito un blocco o un rallentamento. Al contrario, non si sono modificate le emissioni provenienti dai servizi essenziali quali per esempio la catena agroalimentare, farmaceutica, chimica, telecomunicazioni ed energia. Sul nostro territorio, per esempio si è potuta notare una riduzione degli ossidi azoto mentre non c'è stata alcuna modifica delle polveri sottili.

I tre quarti degli ossidi di azoto, nel nostro comune, originano infatti dal trasporto su strada mentre le polveri sottili hanno origine più composita.

Fattori inquinanti possono derivare da fonti antropiche o da fonti naturali. Come si suddividono e come si distinguono?

L'ossido di azoto può avere origine naturale (vulcani, incendi) ma la sua origine è principalmente antropica in seguito ai processi di combustione ad alta temperatura. Nel comune di Parma si stima che il 75% degli ossidi di azoto provenga dal trasporto su strada, di questi il 39% è emesso da automobili diesel e il 42% da camion e autobus diesel. Il traffico autostradale contribuisce per circa il 50%. Contributi minori provengono dal riscaldamento domestico, dall'agricoltura e dalle attività industriali.

Per quanto riguarda il particolato, circa il 10-15% ha origine naturale e origina da incendi, o più comunemente, da venti che sollevano sabbia, terreno, polvere o aerosol marino. In condizioni atmosferiche particolari può essere decisamente rilevante: ne è un esempio il picco del 28-30 marzo 2020 (vedi figura 2) quando il vento dell'est ha trasportato fino a noi le sabbie del deserto del Karakum (Turkmenistan).

Il particolato di origine antropica può avere un'origine primaria o secondaria. Per quanto riguarda l'origine primaria, esso viene immesso in atmosfera dai processi di combustione (in particolare legna e pellet) e dal traffico stradale (gas di scarico, usura gomme e freni). La prima causa contribuisce per circa il 60%, la seconda per circa il 30%, nel comune

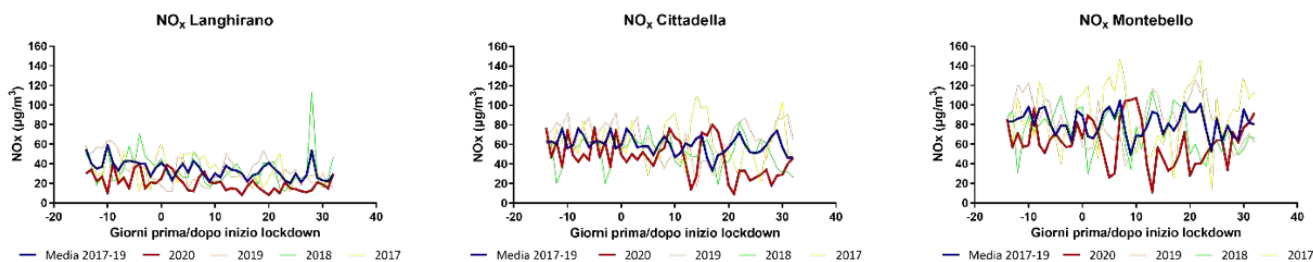


figura 1. Andamento dei valori di NO_x nei giorni immediatamente precedenti e per i 30 giorni successivi all'entrata in vigore del lockdown del 9 marzo 2020. Sono riportati i dati del 2020 confrontati con gli anni 2017/18/19 e con la loro media.

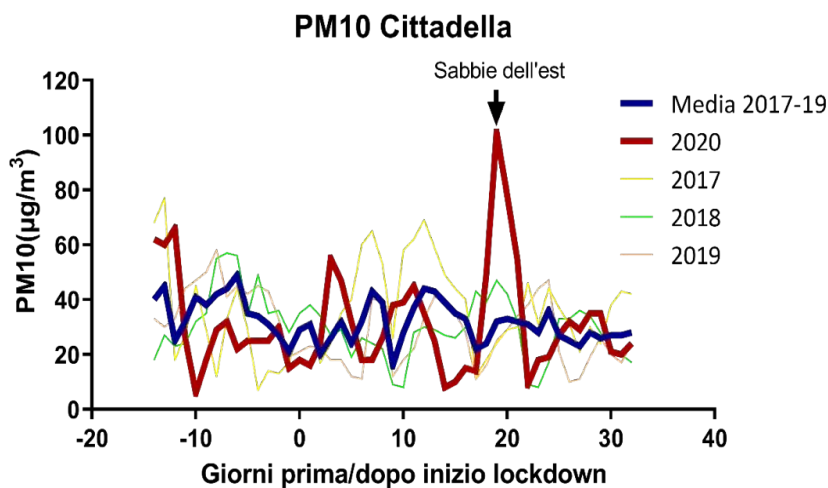


figura 2. Andamento dei valori di PM10 alla stazione Cittadella nei giorni immediatamente precedenti e per i 30 giorni successivi all'entrata in vigore del lockdown del 9 marzo 2020. Sono riportati i dati del 2020 confrontati con gli anni 2017/18/19 e con la loro media.

di Parma. Il particolato secondario si forma invece in atmosfera in seguito a reazioni fotochimiche tra inquinanti che non sono originariamente polveri sottili. La maggior parte del particolato secondario si origina dalla reazione dell'ammoniaca con acido nitrico e solforico che a loro volta si formano nell'atmosfera a partire da NO_x e SO₂.

Quali sono le zone della provincia e della città che sono state prese in esame?

I dati provengono da tre centraline dell'ARPAE: Montebello (traffico urbano), Cittadella (fondo urbano) e Langhirano/Badia di Torrechiara (rurale di fondo). La prima monitora principalmente l'inquinamento urbano da emissioni del traffico proveniente da strade limitrofe ad alta densità di circolazione. La seconda e la terza non sono influenzate da una fonte particolare ma dal contributo integrato di tutte le fonti inquinanti; Cittadella in ambito urbano, Langhirano/Badia in ambito rurale quindi lontano da tutte le fonti di emissione.

Prof. Tognolini, proprio in questi giorni si ritorna a parlare dell'inquinamento della Pianura Padana definita come fabbrica di ammoniaca. Pare sia l'effetto collaterale di allevamenti e colture intensive, cosa dice, nello specifico, la vostra ricerca a tale riguardo?

In effetti quasi tutta l'ammoniaca emessa nell'atmosfera proviene dal comparto agro-zootecnico, in particolare dai reflui dei bovini. Nel comune di Parma l'agro-zootecnia emette il 97% dell'ammoniaca: di questa, il 66% proviene da vacche da latte, il 20% da altri bovini, il 9% dai suini e il rimanente dai fertilizzanti, vedi Inventario regionale delle emissioni in atmosfera (INEMAR) - INventario Emissioni ARia).

Per quanto riguarda il periodo del lockdown non sono disponibili dati puntuali e specifici per il nostro comune, poiché la caratterizzazione delle polveri sottili e il dosaggio dell'ammoniaca non avvengono in maniera sistematica in tutti i territori. Sono tuttavia disponibili i dati provenienti da altre centraline della pianura Padana: Torino, Milano, Vicenza, Bologna e Schivenoglia (MN) appartenenti al progetto LifePrepair (qualità dell'aria nelle settimane di emergenza coronavirus: i risultati della seconda fase dello studio).

Inventario delle emissioni nel comune di Parma

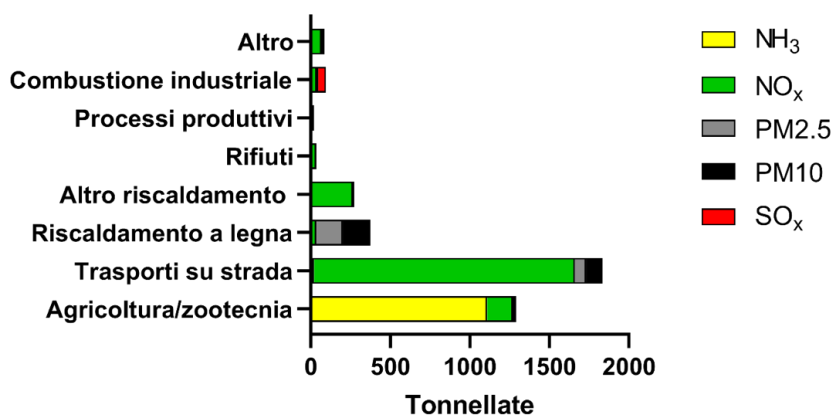


figura 3. Quantità di inquinanti (tonnellate) emesse in atmosfera nel comune di Parma da diverse fonti secondo l'inventario regionale.

Composizione del particolato nella Pianura Padana (principali fonti in Emilia Romagna)



figura 4. La principale fonte di particolato primario è la combustione di legna e pellet proveniente dagli impianti di riscaldamento. Un'ottima stufa a pellet a 5 stelle emette 15mg/Nm³ di particolato. Per confronto, il termovalorizzatore della città raramente emette più di 0.3 mg/Nm³.

Questi dati, analogamente a quanto osservato a Parma, confermano la riduzione degli ossidi di azoto ma non del particolato. L'analisi della composizione del particolato conferma inoltre una riduzione del PM10/2.5 primario ma non è stata rilevata alcuna modificazione del particolato secondario così come non c'è stata alcuna riduzione dell'ammoniaca rilasciata in atmosfera.

Traffico e zootecnia: la sfida per l'aria pulita è dunque agire su queste sorgenti d'inquinamento? O servono azioni più vaste?

La combustione di legna e di pellet è la fonte principale di emissioni primarie di particolato, il traffico al confronto, ha un ruolo molto inferiore.

Tuttavia una percentuale compresa tra il 30% e il 50% del particolato,

a seconda delle zone, è di origine secondaria in seguito alle reazioni tra ammoniacale, ossidi di azoto e di zolfo. In altre parole, la barra gialla della figura 3 può interagire con quella verde o rossa formando polveri sottili. La riduzione di queste emissioni deve necessariamente coinvolgere molti comparti produttivi.

Come possiamo interpretare questi dati e come utilizzarli praticamente?

La pianura Padana, come noto, soffre di un problema di dispersione degli inquinanti in seguito alla sua conformazione orografica e, in condizioni climatiche avverse (inversione termica), il problema viene esacerbato. Durante il periodo invernale la maggior frequenza dei fenomeni di inversione termica e la maggior richiesta di riscaldamento rendono il problema ancora più acuto.

In base ai dati provenienti dall'esperienza del lockdown possiamo concludere che una notevole riduzione del traffico prolungata nel tempo in tutta la pianura Padana ha un effetto nullo o marginale sulla riduzione delle polveri sottili.

Per questo motivo, sebbene gli interventi di limitazione del traffico possano essere utili per sensibilizzare la popolazione e ridurre i picchi di inquinamento in zone ad alto traffico,

Riduzione della mobilità a Parma

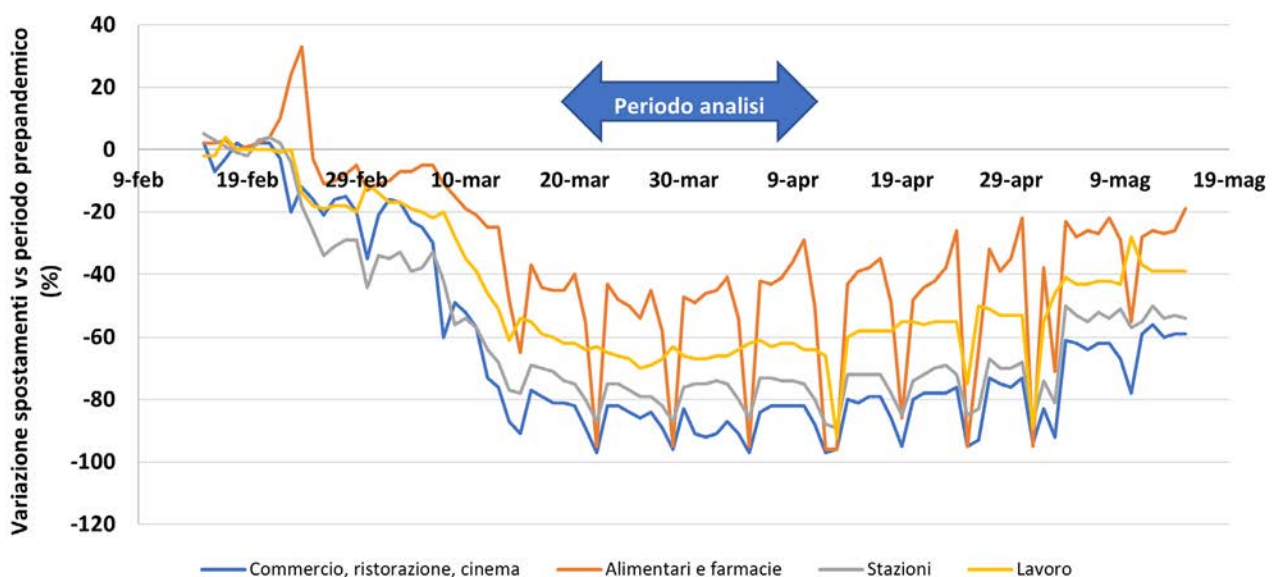


figura 5. L'analisi si è particolarmente indirizzata nel periodo 20 marzo-10 aprile, poiché sebbene il lockdown fosse iniziato il 9 marzo, le misure hanno avuto concretamente effetto e si sono stabilizzate a partire dal 15 marzo. Si sono attesi altri 5 giorni nell'analisi statistica per permettere il disperdersi degli inquinanti presenti in atmosfera. L'analisi è terminata appena prima di Pasqua a causa dello spegnimento degli impianti di riscaldamento e di condizioni atmosferiche che facilitano l'eliminazione del particolato (dati da Google mobility report). Il grafico riporta la riduzione percentuale degli spostamenti rispetto al periodo pre-pandemico.

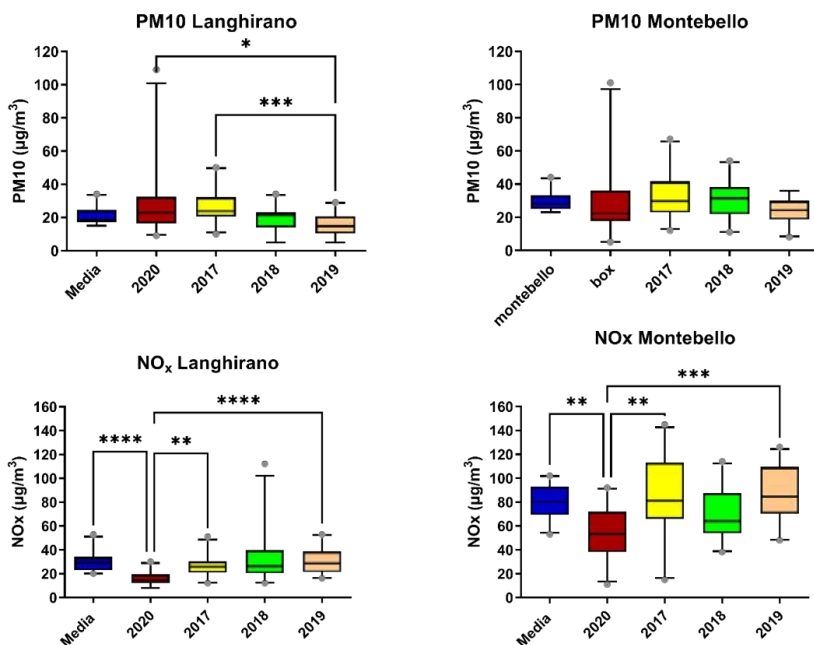


figura 6. Analisi statistica delle concentrazioni di PM10 e NO_x delle stazioni di Langhirano Badia e Montebello tra il 20 marzo e il 9 aprile. Il gruppo "media" riporta i dati ottenuti dalla media del 2017, 2018 e 2019. La barra centrale del rettangolo rappresenta la mediana, il rettangolo raccoglie il 50% dei dati, i baffi il 90% dei dati. Gli outlier sono rappresentati dai punti oltre i baffi. Gli asterischi indicano i gruppi per i quali è possibile rilevare una differenza. Per esempio le concentrazioni di NO_x a Langhirano nel 2020 sono state inferiori della media, del 2017 e del 2019. Paradossalmente i livelli di PM10 a Langhirano nel 2020 sono stati maggiori rispetto al 2019.

sono necessari interventi strutturali per ridurre l'inquinamento di fondo. Tra le emissioni primarie bisognerebbe porre particolare attenzione alla combustione della biomassa e le realtà produttive dovrebbero essere coinvolte per ridurre gli inquinanti formanti particolato secondario. Da

questo punto di vista gli allevamenti sono un settore chiave.

Dott.ssa Codenotti che cosa l'ha portata a questa ricerca?

Da sempre sono sensibile al tema ambientale e ho accolto con piacere la proposta di tesi del mio relatore.

Ho reputato stimolante poter studiare i dati sulle emissioni inquinanti durante il periodo della pandemia, caratterizzato da traffico veicolare fortemente ridotto; dando così il mio personale contributo d'analisi alla città di Parma, dove ho studiato e che porto nel cuore.

Impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute dell'uomo

Lo IARC (International Agency Research on Cancer), dopo aver classificato come cancerogeni alcuni inquinanti atmosferici tra cui le emissioni dei motori diesel ed il particolato, nel 2016 ha inserito nella lista dei cancerogeni certi per l'uomo (Gruppo 1, cancerogeno riconosciuto) l'inquinamento atmosferico nel suo insieme correlandolo ad un'aumentata incidenza dei tumori al polmone e alla vescica.

PM10/2.5

Le polveri sottili sono state oggetto di un imponente studio pubblicato a inizio marzo 2021 (Premature mortality due to air pollution in European cities: a health impact assessment - [The Lancet Planetary Health](#)), Secondo questo studio mantenere i livelli di inquinamento atmosferico al di sotto dei limiti di PM2.5 consigliati dall'Organizzazione Mondiale della Salute, potrebbe evitare numerose morti. Nello specifico del comune di Parma, l'8% dei decessi sono attribuibili alle polveri sottili. Davanti a noi, prendendo in considerazione tutta l'Europa, ci sono Brescia, Bergamo, Vicenza, Verona, Cremona, Milano e il suo hinterland con circa il 10% di decessi. Questo ad ulteriore conferma che la pianura Padana è la zona con la peggior qualità dell'aria del Vecchio Continente.

O₃ - Ozono

L'ozono è un gas con capacità irritanti per gli occhi, per le vie respiratorie e per le mucose in genere. Elevate concentrazioni di questo inquinante nell'aria possono favorire l'insorgenza di disturbi sanitari o l'acuirsi delle patologie già presenti nei soggetti più sensibili (persone affette da malattie respiratorie croniche e asmatici). Inquinante secondario, non deriva direttamente da attività antropiche o naturali ma si forma per reazione fotochimica nell'atmosfera in presenza di luce e di inquinanti quali NO_x e composti organici volatili.

NO₂ - Biossido di Azoto

Il biossido di azoto ha un odore pungente e irrita occhi, naso e gola. Può provocare alterazione della funzionalità respiratoria in soggetti asmatici o affetti da bronchite cronica.

SO_x - Ossidi di Zolfo

Creano aerosol acidi che possono depositarsi nelle vie aeree superiori. Provoca infiammazioni dell'apparato respiratorio come tracheiti, bronchiti e polmoniti. Insieme a NO_x sono responsabili delle piogge acide e relativi danni alla flora e all'ambiente.

DIRITTO COSTITUZIONALE E PANDEMIA DA COVID-19



Antonio D'Aloia

L'analisi delle conseguenze costituzionali della pandemia COVID-19 che ha costituito, per il mondo intero, un'emergenza senza precedenti, è il tema di una serie di pubblicazioni e di interventi, anche a carattere internazionale, che portano la firma del Prof. Antonio d'Aloia del Dipartimento di Giurisprudenza, Studi Politici e Internazionali, di fondamentale importanza per una profonda riflessione sui significati di questa esperienza collettiva, tutt'ora in corso, che ha messo in discussione l'intero assetto sociale, dal lavoro alla scuola, dal tempo libero alle relazioni familiari.

Prof. D'Aloia, dal punto di vista del diritto costituzionale quali riflessioni in merito a una pandemia che lei stesso, in un recente seminario internazionale, ha definito banco di prova "estremo"?

L'epidemia di coronavirus ci ha portato a dover accettare la limitazione quasi totale di molti diritti e libertà fondamentali (lavoro, studio, circolazione, incontro, partecipazione nei culti religiosi, libertà personale, libertà commerciale), per finalità di tutela della salute individuale e collettiva. Infatti, la strategia più efficace che abbiamo avuto - almeno prima dei vaccini - per combattere il contagio è stato uno strumento antico, il "confinamento", la rinuncia a tutta una serie di abitudini, comportamenti, modi di vita, che hanno sempre rappresentato le proiezioni

quotidiane di libertà e diritti tutelati come fondamentali e inviolabili dalle nostre costituzioni. In questo senso, questa emergenza proprio non sembra poter essere paragonata a "tutte le altre emergenze" che possono verificarsi più volte nella vita di un paese e di una comunità. Un terremoto, una inondazione, una calamità naturale di qualsiasi tipo, a parte la normale connessione di tutti i casi fin qui accaduti con segmenti parziali di territorio e popolazione, sono essi stessi, da soli, a scaricare la loro potenza distruttiva sulle vite e sui diritti delle persone coinvolte: il compito della politica, normalmente, è quello di "ricostruire", per quanto possibile, la normalità: riaprire le scuole, le chiese, le fabbriche, le attività commerciali e professionali, dove sono state distrutte; consen-

tire nei limiti del possibile il rapido ritorno a condizioni abitative minimamente dignitose. In altre parole, dopo un'emergenza "ordinaria", il lavoro delle autorità è "espansivo", proiettato verso la restituzione e la riapertura di quello che l'emergenza ha brutalmente cancellato. Con la pandemia, invece, le autorità hanno dovuto chiudere, vietare, sospendere attività economiche, possibilità di vita, comportamenti quotidiani, esperienze relazionali e comunitarie, secondo modalità mai sperimentate prima. Il segno dell'intervento pubblico è stato, soprattutto nelle prime fasi di questa emergenza, che purtroppo è ancora in corso, quello della riduzione degli spazi di libertà.

Quindi il contagio ha travolto la risorsa più importante e fragile del costituzionalismo: la libertà. Cosa



FrancoAngeli

figura 1. Copertina del libro "La tempesta del Covid- Dimensioni bioetiche" curato dal Prof. D'Aloia

significa, soprattutto oggi, alla luce di quello che stiamo attraversando, parlare di libertà?

Nello stato costituzionale i diritti non sono isolati: tutto è collegato in una trama inscindibile. Ragionare sui diritti richiama inevitabilmente il tema dei poteri, cioè di come si può incidere sui diritti, attraverso quali strumenti, con quali contenuti, quali modalità vanno seguite per adottare le misure limitative. Ovviamente questo significa interrogarsi sulla proporzionalità e necessità delle medesime, sui confini temporali che un regime di *lockdown* può avere prima di diventare un problema non minore di quello legato alla diffusione del contagio, sulla possibilità o necessità di misure differenziate in rapporto alle diverse situazioni territoriali, su *chi fa che cosa*, in un sistema pluralistico e autonomico, dove molti di questi diritti coinvolgono competenze statali e regionali, a cominciare proprio dal tema della salute. I diritti prendono vita all'interno di un universo normativo e tutto quello che si muove all'interno di questo "nomos" si riflette sul campo dei diritti, condizionando l'immagine concreta che essi assumono nelle dinamiche reali di un ordinamento sociale e giuridico.

Parlare di diritti in questa emergenza è stato effettivamente diverso, più complicato. Normalmente, le nostre

riflessioni sui diritti, o sulla violazione dei diritti, ci vedono quasi sempre come osservatori esterni, "spettatori" spesso critici di un ordinamento, di un caso, di una scelta legislativa o amministrativa o di una decisione giurisdizionale che quasi mai ci tocca direttamente. Oggi invece significa parlare drammaticamente di noi. Siamo stati, e siamo ancora, soggetti al centro della scena, al tempo stesso destinatari delle finalità protettive e vittime di misure che, per intensità, insieme dei diritti e delle libertà coinvolti, diffusione globale, non hanno precedenti.

Questa crisi ci ha insegnato, forse anche per come è stata gestita, che esistono gerarchie tra i diritti e che il diritto alla salute nella sua dimensione collettiva ha prevalso.

Parafrasando una delle frasi più famose de "La fattoria degli animali", di George Orwell, possiamo dire che tutti i diritti sono fondamentali, ma alcuni sono più fondamentali di altri. Alla fine sono sempre i fatti ad avere una forza capace di spargliare il gioco, a costringerci a ripensare opinioni e punti di vista che sembrano consolidati. Il Coronavirus ha portato allo scoperto una netta graduazione gerarchica tra diritti: su tutti, la salute come bene supremo, visto nella sua doppia figurazione di diritto individuale e interesse collettivo. Anzi, la dimensione collettiva (che alla fine è anche una sintesi di tanti interessi individuali) sembra, in questa emergenza, aver preso il sopravvento su quella "strettamente" individuale. Abbiamo, per anni, insistito sul diritto alla salute come diritto individuale, incentrato sull'autodeterminazione, fino alla possibilità di scegliere come e se curarsi, anche fino alle estreme conseguenze. Oggi queste evoluzioni e questi significati sembrano recedere di fronte al peso preponderante della dimensione collettiva, dello "stare in salute" per sé stessi e per gli altri.

È stato detto, e anche questa opinione ha un fondo di verità, che la salute è in realtà un diritto presupposto. Tutti gli altri diritti presuppongono lo stare bene in salute. Non posso non notare un certo paradosso in questa lettura "a senso unico" della salute. La salute, in realtà, è un bene

complesso, non riducibile alla sola integrità fisica o assenza di malattia. Com'è noto, l'OMS nel Preambolo del suo atto costitutivo (del 1946), definisce la salute come "uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale, e non consiste solo in un'assenza di malattia o di infermità". Questa definizione ha avuto un ruolo importante nel sottolineare l'esigenza di curare le persone e non solo le malattie, e nel superare una concezione puramente biologica dei fenomeni morbosi. L'OMS ha ulteriormente precisato nella Carta di Ottawa (Congresso internazionale sulla promozione della salute, Ottawa, 17-21 novembre 1986) che per conseguire uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale, l'individuo o il gruppo devono essere in grado di identificare e realizzare le proprie aspirazioni, di soddisfare i propri bisogni, di modificare l'ambiente o di adattarvi.

La salute viene quindi vista come risorsa di vita quotidiana, in un'ottica che insiste sulle risorse sociali e personali oltre che sulle capacità fisiche, e la promozione della salute non è perciò responsabilità esclusiva del settore sanitario. L'isolamento e il distanziamento forzati sono un'anomalia che intacca un vero benessere psico-fisico. Il diritto all'abbraccio, come qualcuno ha scritto, è un bene essenziale, soprattutto per le persone più fragili, gli anziani, i bam-



FrancoAngeli

figura 2. Copertina del volume "Intelligenza artificiale e diritto" curato dal Prof. D'Aloia.

bini. In questa emergenza, invece, si è tornati ad un'idea essenziale, "fisica", della salute: la salute come assenza o cura della malattia, come fuga dal contagio e come interesse ad evitare il collasso del SSN. Una gestione a senso unico della crisi, eppure questa è una crisi "totale", di quelle che invadono tutti gli spazi della vita pubblica e privata, in cui tutti gli aspetti - sanitario, economico, giuridico, psicologico e culturale - sono fortemente interconnessi, ma purtroppo largamente trascurati.

Il rapporto scienza-politica ha dimostrato tutti i suoi limiti in questa pandemia.

Un buon decisore politico, nel campo della tutela della salute, dovrebbe evitare ciò che la Corte Costituzionale italiana, in una sentenza non troppo lontana, ha chiamato la "discrezionalità politica pura" (Corte Cost., Sent. 282/2002). In altre parole, il legislatore ragionevole, un governo ragionevole, deve tener conto di ciò che dice la scienza. Quella stessa frase diceva: quando entrano in gioco "altri diritti e doveri costituzionali", lo spazio della discrezionalità politica inevitabilmente si allarga, l'orizzonte decisionale non può essere ridotto esclusivamente ai dati scientifici relativi ad un problema di condizioni di salute specifiche. La valutazione del rischio, in un contesto come quello che abbiamo davanti a noi, ha molte variabili, che richiedono un equilibrio complesso, con una forte dimensione politica

e socio-economica. Non esiste un "rischio zero" per la salute e la vita. Tra questo e il rischio "eccessivo", ci sono molte fasi intermedie. Non è un terreno composto solo da numeri o dati oggettivi: ci sono le scelte, i bilanciamenti, la "politica".

Allo stesso modo, non si tratta di confrontare la vita e la salute umana, da un lato, e l'economia dall'altro, come se fossero due "opposti". Le risposte devono essere bilanciate, consapevoli che salute, economia, disagio sociale, dignità, sono facce di uno stesso prisma. Come spiega Cass Sunstein, in "Fear's Law", "la povertà e la disoccupazione non fanno bene alla salute". Se le imprese chiudono, se il sistema economico collassa a causa di lockdown prolungati o reiterati, saranno sempre i più deboli a pagare il prezzo più alto: con quale fisco contribuiremo a pagare le misure di sostegno? Per quanto tempo può reggere un paese che ha il nostro debito pubblico? Fino a quando è possibile sospendere i licenziamenti e garantire la cassa integrazione a tutti? Dietro l'economia ci sono milioni di vite, le loro speranze di futuro per sé e per i figli, la loro dignità sociale, la possibilità di mantenere un'esistenza libera e dignitosa come recita l'art. 36 della nostra Costituzione.

L'emergenza è stata un'importante lezione anche da un punto di vista dell'ecologia e in generale degli equilibri tra uomo, natura e impatto su di essa delle nostre azioni e attività.

Scrivono Paolo Giordano che "questa pandemia non è affatto l'ultima, la "grande peste" che non tornerà per un altro secolo, al contrario: il riscaldamento globale promette la moltiplicazione delle pandemie tropicali, come affermano la Banca Mondiale e l'Intergovernmental Panel on Climate Change (Ipcc) da anni. E ci saranno altri coronavirus". E aggiunge: "Il contagio è un sintomo, l'infezione è nell'ecologia. [...] chi di noi può sapere cosa hanno liberato gli incendi smisurati in Amazzonia dell'estate scorsa? Chi è in grado di prevedere cosa verrà dall'ecatombe più recente di animali in Australia? Microrganismi mai censiti dalla scienza potrebbero aver bisogno urgente di una nuova patria. E quale terra migliore di noi, che siamo così tanti e saremo sempre di più, che siamo così suscettibili e abbiamo così tante relazioni, che ci muoviamo dappertutto?"

La sfida allora è ripensare il mondo dopo il Covid. Lo diciamo da anni che il mondo va ripensato; forse questa pandemia riuscirà a rendere realistico e anzi ineludibile ciò che finora è apparso utopico e irrealizzabile. Questo disastro avrà un senso se sarà colto come un'occasione di discontinuità e di ripensamento vero, profondo. Vanno ridefiniti contenuti, priorità, esigenze davvero essenziali di quel "contratto sociale" su cui poggiano le nostre democrazie.

Un tema su tutti: "One health", ha scritto Maria Cristina Ossiprandi

Il Centro Universitario di Bioetica (UCB)

Il centro UCB, diretto da Antonio D'Aloia, è nato nel 2016, e ha svolto finora una costante attività di divulgazione e di stimolo al dibattito pubblico sui temi della bioetica e del rapporto tra scienze dure e scienze umane e sociali, nella consapevolezza che le grandi questioni del nostro tempo richiedono un lavoro comune e una collaborazione sempre più intensa e integrata delle diverse competenze disciplinari. "L'Università - spiega D'Aloia - su questi temi, ha bisogno di contaminazione, di dialogo tra punti di vista differenti ma complementari, e di uscire dal recinto a volte un po' asfittico e rigido dei settori scientifico-disciplinari. UCB serve anche a questo, e lo dimostra il fatto che ad esso hanno aderito più di 100 colleghi di quasi tutti i Dipartimenti dell'Ateneo. Ci occupiamo di medicina, salute, bioetica, intelligenza artificiale, neuroscienze, sostenibilità e crisi climatica, ingegneria genetica, tanto per citare le questioni più significative, e le ricadute di tutto questo in termini sociali, etici, giuridici; e cerchiamo di farlo sempre in una chiave interdisciplinare".

UCB ha istituito una collana intitolata "Bioetica Scienza Società". Nel Comitato scientifico sono presenti autorevoli studiosi delle diverse discipline che gravitano intorno alla bioetica e ai temi del rapporto tra scienza, tecnologia, etica e diritto: Roger Brownsword, Marta Cartabia, Mario De Caro, Giovanni Maria Flick, Silvio Garattini, Michele Guerra, Luigi Naldini, Carlo Alberto Redi. Tra i volumi pubblicati, a cura di Antonio D'Aloia: "Intelligenza artificiale e diritto. Come regolare un mondo nuovo" (FrancoAngeli, Milano, 2020) e "La tempesta del Covid. Dimensioni bioetiche" (FrancoAngeli, Milano, 2021).

nel suo contributo alla ricerca che abbiamo svolto con il Centro Universitario di Bioetica (UCB). Uomini, animali, ambiente: siamo tutti parte di un unico, inscindibile ecosistema. Francesco Viola sostiene che *“Società e natura non possono essere più pensati come sistemi separati. Se il diritto si occupa della sopravvivenza dell'uomo, allora dovrà occuparsi anche della sopravvivenza della natura, data l'impossibilità attuale di scindere l'una dall'altra”*.

L'idea del contratto sociale come base del costituzionalismo statale ha bisogno di essere completata da una seconda parte, che va integrata con la prima. Michel Serres parla di un “contratto naturale” come parte essenziale di un nuovo “contratto sociale”. Nella sua riflessione, *“Ritorno alla natura ... significa aggiungere al contratto esclusivamente sociale la stipulazione di un contratto naturale di simbiosi e di reciprocità in cui il nostro rapporto con le cose lascerebbe dominio e proprietà per l'ascolto ammirativo, la reciprocità, la contemplazione e il rispetto. [...] Il diritto di dominio e di proprietà si riduce al parassitismo. Il diritto di simbiosi si definisce invece per reciprocità: tanto la natura dà all'uomo, tanto il secondo deve rendere alla prima, divenuta soggetto di diritto”*.

È presto dire come usciremo dalla crisi, ma possiamo dire che da ora in poi un evento del genere non è più imprevedibile?

Se c'è una cosa che ci ha fatto capire volutamente questa emergenza è che la salute di tutti riguarda tutti gli altri. Siamo tutti collegati in una relazione interdipendente. Che cosa accade in un angolo remoto del mondo può essere replicato rapidamente ovunque. La salute è un bene

comune globale e deve essere gestita come tale. A cominciare dalla questione del vaccino. Il vaccino va trattato come un patrimonio comune dell'umanità: deve essere messo a disposizione di tutti, rispettando almeno una volta quella condizione di uguaglianza minima che troppo spesso manca nel mondo di oggi. L'efficacia del vaccino anti Covid-19 dipende dalla sua diffusione, dal fatto che si riuscirà a vaccinare il numero più alto possibile di persone, nel numero più ampio possibile di paesi. Altrimenti, come dimostrano le numerose varianti che si sono sviluppate in questi mesi (l'ultima è la cd. variante “omicron”), se il virus continua a circolare nelle zone del mondo più deboli economicamente, rischia di essere inutile tutto quello che stiamo facendo. Purtroppo i dati che vengono fuori sono impressionanti in negativo. In alcune aree, il tasso di vaccinazione è bassissimo, molto al di sotto del 10%.

Una parola ricorrente nell'esperienza della pandemia è stata il termine “solidarietà”.

Come ha scritto ancora Paolo Giordano: *“l'epidemia ci spinge a pensare a noi stessi come appartenenti a una comunità. Vederci inestricabilmente connessi con altri e tener conto della loro presenza nelle nostre scelte individuali. Nel contagio siamo un unico organismo. In contagio siamo di nuovo una comunità”*.

La solidarietà è un valore che appartiene interamente alla dimensione dei diritti, ci porta a vedere che, all'interno dei diritti, c'è una dimensione deontologica, ci sono i doveri, che non sono qualcosa di separato, ma un limite reciproco, elementi che si compenetrano. L'articolo 2 della Costituzione italiana pone questa

prospettiva sul tavolo, proponendolo come valida interpretazione, soprattutto, in questi tempi di grande incertezza, in cui sono prospettive in gioco fino a poco tempo fa impensabili. Diritti e doveri insieme, non solo perché sono citati nello stesso articolo della Costituzione, ma perché si compenetrano e si completano a vicenda. I doveri, la solidarietà, costituiscono quel materiale di ragionevolezza, il senso del limite di cui i diritti e le libertà hanno bisogno per essere qualcosa di più del riflesso egoistico dei nostri desideri.

Nei giorni scorsi ha diretto, insieme a colleghi di Milano e dell'Università di Berkeley un importante seminario italo-americano dal titolo “Towards a New Order? The Constitutional Law after the Pandemic”. Quale i principali risultati emersi?

Intanto, mi piace sottolineare che questa collaborazione con la Law School di Berkeley (ma sia a Milano che a Parma, due anni fa, abbiamo avuto anche colleghi di altre università californiane, come la prestigiosa Stanford) si va consolidando. Sta nascendo un consorzio, dove, dalla parte italiana, al momento, ci siamo noi di Parma e le Università di Milano Bicocca e Milano Statale. L'idea di fondo è sviluppare un dialogo sulle nuove sfide del costituzionalismo del XXI secolo, e uno dei filoni di ricerca è proprio quello del rapporto tra scienza, tecnologia, diritto. Nell'incontro di Milano sono emerse interessanti analogie tra l'esperienza americana e quella italiana, in particolare sulle difficoltà legate alla disciplina giuridica della vaccinazione anti-Covid, e sui rapporti tra decisioni del Governo nazionale (federale negli USA) e decisioni dei Governi locali (le Regioni da noi).

Le principali collaborazioni internazionali

Oltre al rapporto con la Law School di Berkeley, in questi anni il gruppo di ricerca guidato dal prof. Antonio D'Aloia ha attivato collaborazioni con la UCA (Università Cattolica di Argentina) e con il Center for Neuroscience and Society della Penn State University di Philadelphia (USA) che hanno prodotto importanti risultati in termini di pubblicazioni e di collaborazioni di ricerca. *“Abbiamo avviato quest'anno un programma di visiting scholar”* spiega D'Aloia *“che ha avuto già una prima adesione da parte di una giovane studiosa dell'Università di Murcia in Spagna, impegnata sulle questioni legate al rapporto fra neuroscienze e diritto, e, in particolare sul tema “ADHD, neuroscience and the justice system: a study of criminal liability of adults and minors”*.

NUOVE CONOSCENZE SULLA RISPOSTA IMMUNITARIA NELL'EPATOCARCINOMA



Il team di ricerca

da sinistra: Camilla Tiezzi, Iliaria Montali, Paola Fisicaro, Andrea Vecchi, Diletta Lacabue, Carolina Boni, Gabriele Missale. Ricercatori giovani ed esperti assieme contro il cancro.

Il tumore al fegato è la quinta causa di morte in Italia e la terza nel mondo, in quanto in Cina e nel sud est asiatico la diffusione dell'epatite B e C, una delle condizioni patologiche su cui si sviluppa questo tumore, è tutt'ora un enorme problema di sanità pubblica, in parte arginato dalle politiche di vaccinazione per il virus dell'epatite B, ma che tuttavia comporta quasi 1 milione di nuovi casi di epatocarcinoma ogni anno. L'Italia ha implementato la vaccinazione obbligatoria per HBV (già nel 1991), facendo scendere notevolmente l'incidenza e la mortalità. Gabriele Missale, del Dipartimento di Medicina e Chirurgia, ci illustra come lo sviluppo delle conoscenze sulla risposta immunitaria rappresenti il punto chiave per lo sviluppo di nuove strategie immunoterapeutiche.

Prof. Missale, da dove nascono le vostre ricerche?

All'inizio degli anni 90 ho avuto la fortuna di lavorare nel laboratorio di Frank Chisari al Scripps Research Institute a La Jolla in California. È stato un periodo estremamente stimolante, dove ho imparato molto, si era immersi in una atmosfera di entusiasmo e di competizione positiva. Allora mi occupavo di risposta immunitaria nell'epatite B, il filone di ricerca che aveva iniziato il Prof. Carlo Ferrari che era stato a La Jolla prima di me. Rientrato in Italia mi sono dedicato alla ricerca sull'epatite C, cercando di comprendere i meccanismi che il virus mette in atto per persistere aggirando la risposta immunitaria. Come medico mi occupavo anche dei malati di epatocarcinoma che erano il punto di arrivo di un lungo periodo di epatite cronica di natura virale (figura

1). L'osservazione clinica è indubbiamente fondamentale per capire cosa deve essere sviluppato e per rispondere alle carenze terapeutiche nel settore.

Ci può parlare degli aspetti originali e innovativi della sua attività di ricerca?

Negli ultimi anni ci siamo occupati

della risposta Natural Killer nell'epatocarcinoma, ovvero di quelle cellule che, come dice il nome, sono deputate a uccidere le cellule tumorali, quindi un meccanismo positivo che però spesso non riesce a controllare la malattia in quanto il tumore mette in atto delle strategie per eludere la risposta immunitaria.



figura 1. Nodulo di epatocarcinoma valutato con ecografia b-mode a sinistra e, dopo somministrazione di mezzo di contrasto ecografico, mostra l'importante vascolarizzazione in fase arteriosa, a destra.

Il ruolo chiave del sistema immunitario è il riconoscimento di questi antigeni (molecole identificate come estranee o potenzialmente pericolose) per consentire la conseguente eradicazione mirata del tumore. Tuttavia, la risposta immunitaria agli antigeni tumorali è variabile e spesso insufficiente a prevenire la crescita tumorale. Le cellule più importanti nella lotta al tumore sono i linfociti CD8 che possono riconoscere specifici antigeni tumorali. Comprendere perché queste cellule non riescano nel loro intento è fondamentale per poterle potenziare ed aiutare nel processo naturale di risposta al tumore. Questo sembra oggi un concetto ovvio, ma solo negli anni '90 sono stati scoperti gli antigeni associati ai tumori e sono stati identificati i linfociti specifici. In quegli anni venivano pubblicati i primi studi nel melanoma, cui poi si sono aggiunti studi sugli altri tumori. Noi abbiamo fatto la prima pubblicazione che dimostrava la presenza all'interno dei noduli di epatocarcinoma di linfociti CD8 specifici per antigeni tumorali espressi da quel tumore.

Lo studio attuale sui linfociti Natural Killer ha permesso di capire alcuni dei meccanismi disfunzionali di queste cellule che riguardano il metabolismo cellulare e sono verosimilmente responsabili della loro incapacità di combattere adeguatamente il tumore.

L'immunoterapia è una terapia che inizialmente non veniva utilizzata in campo oncologico, come mai e come è cambiata la situazione?

L'immunoterapia è un concetto che è stato teorizzato e sperimentato già all'inizio del '900 ma che tuttavia è diventato realtà solo da 7-8 anni affiancando, e spesso superando, le classiche chemioterapie. Le conoscenze sui meccanismi che il tumore sviluppa per eludere la risposta immunitaria hanno permesso di intervenire efficacemente. Bloccando gli stimoli negativi che paralizzano, in particolare i linfociti CD8 specifici per il tumore, è possibile ripristinarne la funzione. Quindi molto è cambiato e sono sicuro che altre innovazioni terapeutiche sono dietro l'angolo. I meccanismi immunologici che intervengono

nel microambiente tumorale sono numerosi e complessi, ma molti ricercatori ci stanno lavorando, tra cui anche noi, con l'obiettivo di dare un contributo concreto in questo senso.

Sappiamo che i risultati della vostra ricerca saranno brevettati. Cosa può dirci a questo riguardo?

Abbiamo lavorato a lungo sui meccanismi di malfunzionamento dei linfociti Natural Killer grazie anche a un finanziamento della Fondazione AIRC per la Ricerca sul Cancro nell'ambito di un progetto internazionale detto Accelerator Award, che ha preso il nome di HUNTER e vede coinvolti gruppi di ricerca italiani, spagnoli ed inglesi. I linfociti Natural Killer hanno alterazioni metaboliche che siamo riusciti a migliorare e in molti casi a risolvere completamente con specifiche sostanze in-vitro. È una strategia che abbiamo dimostrato e che speriamo di pubblicare al più presto. È stata identificata in questo tumore, ma potrebbe funzionare anche in altri tumori dove possono essere presenti simili meccanismi di disfunzione linfocitaria. Proprio questi risultati saranno parte integrante di un brevetto congiunto tra Azienda Ospedaliero-Universitaria e Università di Parma che dovrebbe essere depositato entro l'anno.

Innovativa è anche la combinazione di trattamenti con agenti fisici ed immunoterapia. Ci può spiegare questo approccio terapeutico?

Il trattamento del tumore del fegato nelle fasi iniziali si giova, oltre che della chirurgia, di interventi miniminvasivi tramite i quali si ottiene l'ablazione di lesioni tumorali. Si usano agenti fisici, primo fra tutti il calore che può essere sviluppato da radiofrequenza o microonde. Alcuni anni fa abbiamo dimostrato che questi trattamenti possono potenziare la risposta sia Natural Killer che dei linfociti CD4 e CD8, possono in un certo senso funzionare come adiuvanti nel potenziare la risposta immunitaria anti-tumorale. Sono tuttavia insufficienti da soli e il tasso di recidiva della malattia, dopo ablazione, è purtroppo alto.



figura 2. Le Dott.sse Marzia Rossi e Camilla Tiezzi, assegniste di ricerca, all'interno del Laboratorio di Immunopatologia Virale dell'Azienda Ospedaliero-Universitaria di Parma.

Il Laboratorio di Immunopatologia Virale

Il Laboratorio di Immunopatologia Virale dell'Azienda Ospedaliero-Universitaria di Parma (figura 2 e 3) ha una lunga storia che nasce negli anni '80 con i primi studi del Prof. Carlo Ferrari sulla risposta immunitaria nell'epatite B finalizzati alla comprensione della sua patogenesi. Dalla fine degli anni '90, il team del Prof. Gabriele Missale cresce nello stesso laboratorio e si focalizza sulla risposta immunitaria nell'epatocarcinoma. Nel laboratorio lavorano biologi e tecnici con compiti assistenziali e di ricerca: l'attività quotidiana con malati e pazienti affetti da questa patologia è di stimolo per lo sviluppo di una ricerca con obiettivi traslazionali. Spesso chi gestisce un laboratorio di ricerca non ha un contatto diretto con la clinica. Diversamente, il Laboratorio di Immunopatologia virale è un esempio di come la vicinanza tra la ricerca e la clinica possa generare ottimi risultati: comprendere i quesiti scientifici a cui è importante dare risposta non è semplice e il rapporto quotidiano con le problematiche del malato può dare uno spunto in più, una prospettiva di osservazione privilegiata.



figura 3. Utilizzo di un citofluorimetro, una delle strumentazioni del Laboratorio di Immunopatologia Virale.

Combinare queste tecniche con l'immunoterapia nelle sue diverse strategie potrebbe essere un approccio terapeutico vincente. Vi sono in proposito risultati preliminari molto interessanti proprio nell'epatocarcinoma e trial clinici promossi dall'industria farmaceutica che sono già iniziati e di cui vedremo i risultati nei prossimi mesi.

A questo punto non ci resta che chiederle quali sono i prossimi progetti e obiettivi?

Grazie al finanziamento ottenuto dal nostro Ateneo (Fondo locale per la ricerca - FIL) abbiamo intenzione di estendere i risultati sul ripristino metabolico dei linfociti Natural Killer, abbiamo già identificato altri difetti metabolici e dobbiamo testare altre molecole per comprendere le migliori strategie per ottimizzare la risposta in questi pazienti. Il finanziamento arriva al momento giusto per integrarsi con i risultati ottenuti nell'ambito del network HUNTER che ha permesso la prima parte della ricerca.

Il progetto HUNTER

Grazie a finanziamenti nazionali e internazionali il gruppo di ricerca del Prof. Missale ha potuto svolgere attività di ricerca. In particolare, nel settore dell'Epatocarcinoma sono stati ottenuti fondi dall'Associazione Italiana per la Ricerca sul Cancro (AIRC) ed anche internazionali nell'ambito di un Network cui partecipano 11 Università tra cui 3 italiane, una spagnola e 7 inglesi e che prende il nome di HUNTER (Hepatocellular Carcinoma Expediter Network). L'obiettivo di HUNTER è quello, appunto, di sviluppare la ricerca traslazionale primariamente immunologica per l'Epatocarcinoma: mette insieme diverse competenze, promuove scambi culturali con giovani ricercatori che si spostano per acquisire nuove tecniche di laboratorio da riportare nella loro Università di partenza, condividendo quindi tecnologie, know-how ed anche campioni biologici. HUNTER ha inoltre promosso uno studio clinico osservazionale tuttora in corso. Incontri annuali si sono svolti inizialmente a Londra e a Roma e, purtroppo, negli ultimi 2 anni a distanza, con la speranza di ritornare in presenza nel 2022.

Per maggiori informazioni: <https://research.ncl.ac.uk/hunter>.

UNA PIANTA SOMMERSA E UN VERME MITIGANO LE PRESSIONI ANTROPICHE E MIGLIORANO LA QUALITÀ DELLE ACQUE



Sara Benelli



Marco Bartoli

È stato pubblicato sulla importante rivista “Limnology and Oceanography Letters” l’articolo “Worms and submersed macrophytes reduce methane release and increase nutrient removal in organic sediments”. Gli autori, Sara Benelli e Marco Bartoli, sono ecologi acquatici del Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale del nostro Ateneo e studiano le relazioni tra la biodiversità ed il funzionamento in ecosistemi come laghi, fiumi e zone costiere ma anche in canali artificiali.

Prof. Bartoli, perché ritenete questi risultati importanti?

L’agricoltura e la zootecnia intensive che caratterizzano gran parte del bacino del Po, principale area di interesse delle nostre ricerche, sono in parte responsabili della semplificazione del paesaggio, della riduzione della biodiversità e del peggioramento della qualità chimica e biologica delle acque superficiali. Questo peggioramento è dovuto a processi di eutrofizzazione, che derivano da una eccessiva disponibilità di fertilizzanti rispetto ai fabbisogni delle colture. L’arricchimento di sali di azoto e fosforo nelle acque stimola la crescita di alghe, aumenta la torbidità e determina un arricchimento di sostanza organica nei sedimenti. Questo trend va contrastato per evitare che l’agricoltura e la zootecnia compromettano la qualità della risorsa da cui dipendono, l’acqua.

LIMNOLOGY AND OCEANOGRAPHY
Letters

ASLO
Open Access

Limnology and Oceanography Letters 6, 2021, 329–339
© 2021 The Authors. Limnology and Oceanography Letters published by Wiley Periodicals LLC
on behalf of Association for the Sciences of Limnology and Oceanography
doi: 10.1002/lol2.10201

LETTER

Worms and submersed macrophytes reduce methane release and increase nutrient removal in organic sediments

Sara Benelli ^{1,2} * Marco Bartoli ^{2,3}

¹Water Research Institute (CNR-IRSA) National Research Council, Verbania Pallanza, Italy; ²Department of Chemistry, Life Sciences and Environmental Sustainability, University of Parma, Parma, Italy; ³Marine Research Institute, University of Klaipeda, Klaipeda, Lithuania

Scientific Significance Statement

Artificial drainage and irrigation canals have converted floodplains into productive agricultural areas, resulting in extensive loss of biodiversity and ecosystem services. The same canal networks represent an opportunity for restoration of lowland ecosystems due to the large area that canals cover nowadays. However, current canals management minimizes hydraulic resistance via mechanical removal of vegetation, which affects their potential to reduce greenhouse gas emissions and improve biological habitat and water quality. With manipulative laboratory experiments reproducing a gradient from bare sediments to sediments colonized by macrophytes and macrofauna, we provide evidence of important biogeochemical services offered by vegetation and associated invertebrates in organic sediments. Such experiments demonstrate a large decrease in methane emission and nutrient loss/retention in biodiverse (macrophytes and macrofauna colonized) vs. simplified (microbial-dominated) benthic communities.

figura 1. Frontespizio dell’articolo “Worms and submersed macrophytes reduce methane release and increase nutrient removal in organic sediments”, pubblicato sulla rivista “Limnology and Oceanography Letters” nel 2021.

In che modo le piante sommerse migliorano la qualità biologica e chimica delle acque?

Studiamo i servizi ecosistemici offerti da *Vallisneria spiralis* da oltre dieci anni. Questa pianta acquatica sommersa è autoctona e forma estese praterie abbonanti nella cintura litoranea di grandi laghi come Garda, Iseo, Maggiore o Como, nelle parti settentrionali dei loro emissari e in alcuni canali irrigui (figura 2).

Le praterie di *V. spiralis* offrono rifugio agli stadi larvali di numerose specie, garantendone la sopravvivenza, trattengono materiale particellato tramite le fronde e promuovono la trasparenza, ossigenano l'acqua di fondo e assimilano grandi quantità di nutrienti tramite le radici e le fronde,



figura 2. Prateria di *V. spiralis* in un braccio laterale del fiume Mincio presso Goito (MN).

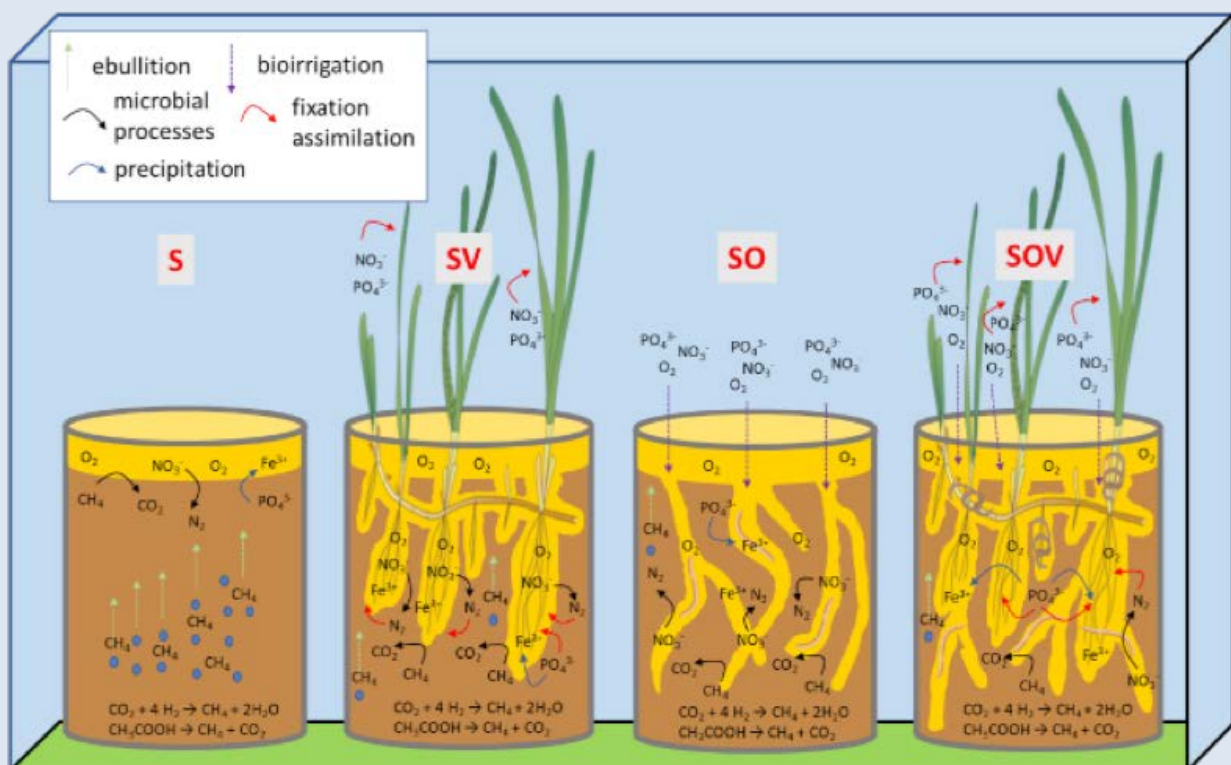
migliorando il chimismo delle acque. Un aspetto interessante di questa pianta è che trasferisce almeno il 30% dell'ossigeno prodotto ai sedimenti, attraverso le radici (vedere box di approfondimento): in questo modo sostiene processi aerobici da parte delle comunità microbiche e innesca una serie di effetti indiretti come la precipitazione del ferro e del fosforo nei sedimenti in forme insolubili e quindi non mobili o l'accoppiamento di processi come la nitrificazione e la denitrificazione, che rimuovono permanentemente l'azoto dalle acque.

Dott.ssa Benelli, qual è il ruolo dei vermi in questo processo?

Nel campionare le piante per i nostri esperimenti ci siamo accorti della presenza di un ospite fisso tra le

I risultati della ricerca: approfondimento

L'articolo (figura 1) riporta i risultati di un lavoro sperimentale in cui viene dimostrata l'importanza di mantenere una, anche minima, biodiversità a livello dei sedimenti per garantire efficaci servizi ecosistemici di tipo biogeochimico, che promuovono l'autodepurazione delle acque e riducono l'emissione di gas ad effetto serra in atmosfera. Gli autori, tramite l'analisi comparativa di processi misurati lungo un gradiente di biodiversità, hanno dimostrato che la copresenza di piante acquatiche sommerse e di vermi in sedimenti organici riduce di oltre il 90% l'emissione di metano verso l'atmosfera, aumenta la rimozione permanente di nitrato dall'acqua e favorisce la ritenzione del fosforo nei sedimenti.



Nell'immagine sono riportati i meccanismi biogeochimici che spiegano i risultati dello studio: nella condizione a maggiore biodiversità (SOV, con sedimenti colonizzati da oligocheti e macrofite) si azzerano le emissioni di metano per ebollizione, aumentano i tassi di assimilazione di nutrienti, di perdita di azoto per denitrificazione e di immobilizzazione del fosforo nei sedimenti. Il gradiente di biodiversità, per quanto semplificato rispetto a quello realmente presente in natura, coincide con un gradiente di servizi ecosistemici. In questo caso tali servizi sono riconducibili all'autodepurazione delle acque.



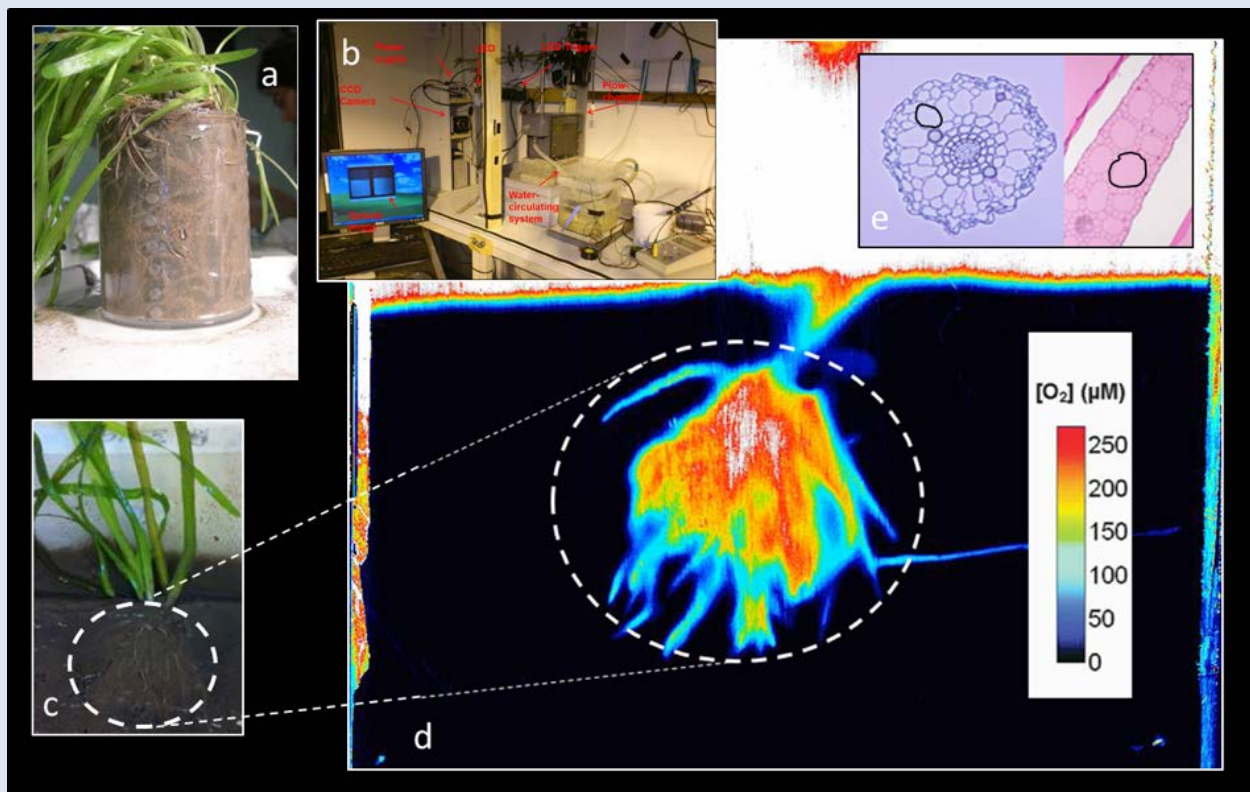
figura 3. Un esemplare di *S. tamesis* e diverse uova dell'oligochete ancorate alle radici di *V. Spiralis*.

radici di *V. spiralis*, un verme simile a un lombrico (figura 3). Emilia Rota, una collega zoologa dell'Università di Siena, ha scoperto con l'ausilio di tecniche molecolari che si tratta di una specie non nativa di oligochete, *Sparganophilus tamesis*. Questo organismo ha invaso le acque del bacino del Po probabilmente attraverso il commercio di piante acquatiche, nel settore acquaristica, o attraverso le acque di zavorra delle navi. L'oligochete si nutre di detrito, che condiziona facilitando l'azione della comunità batterica di degradazione della sostanza organica, e il riciclo di nutrienti, assimilati in seguito da *V. spiralis*. *S. tamesis*, come tutti gli organismi che vivono nei sedimenti, pompa acqua attraverso le tane mediante movimenti ondulatori del corpo, per facilitare l'espulsione delle sostanze di scarto. In questo modo inserisce acqua ossigenata ai sedimenti e svolge un'azione sinergica a quella delle piante nelle ore notturne, quando la fotosintesi non è attiva.



figura 4. Un canale del reticolo idrografico sedimentario gestito per finalità irrigue e di drenaggio, con scarsa biodiversità e capacità autodepurativa.

Vallisneria spiralis: approfondimento



Come spiegato nell'articolo attraverso le radici la pianta trasferisce parte dell'ossigeno prodotto ai sedimenti. Nell'immagine **a** sono visibili aloni di sedimento più chiaro in prossimità dei peli radicali di *V. spiralis* che indicano condizioni ossidate. La perdita radiale di ossigeno dalle radici può essere letteralmente fotografata e quantificata facendo crescere la pianta in appositi acquari che hanno pareti impregnate di materiale fluorescente sensibile all'ossigeno (**b, c e d**). La grande quantità di ossigeno rilasciata dalle radici durante la fase luminosa crea volumi di sedimento ossico (area colorata in **d**) in un contesto altrimenti privo di ossigeno (area nera in **d**, che è sedimento senza radici). Il trasferimento dell'ossigeno da foglie a radici è reso possibile dall'aerenchima, un insieme di canali pieni di aria visibili in sezioni di foglie e radici (le cavità circolari evidenziate in **e**).

Riteniamo che il verme faciliti la pianta e sia facilitato dalla pianta: la rizosfera (ovvero la porzione di suolo che circonda le radici delle piante) è di difficile accesso per pesci predatori e le radici garantiscono un ambiente favorevole, dal punto di vista chimico, al verme e alle sue uova. Sembra inoltre possibile un trasferimento diretto di ossigeno dalle radici al verme attraverso la cute.

Quali azioni possono essere associate alle vostre evidenze sperimentali?

I risultati che abbiamo ottenuto sono di particolare rilievo nelle pianure alluvionali a forte vocazione agro-zootecnica come la Pianura Padana e nel contesto della transizione ecologica, che prevede tra le azioni prioritarie il restauro degli ecosistemi, l'arresto della perdita di

biodiversità, il ripristino del funzionamento e dei servizi ecosistemici e l'azzeramento dell'inquinamento. In questo ambito, sono auspicate soluzioni naturali, a basso contenuto tecnologico e costi limitati, ma non per questo meno efficaci. I canali del reticolo idrografico secondario, che sono gestiti dai consorzi di bonifica con il fine principale di minimizzare la resistenza idraulica per scopi irrigui e di drenaggio, potrebbero rappresentare una enorme opportunità di riqualificazione ambientale su vasta scala, con effetti positivi a cascata per una grande varietà di ecosistemi, per le acque interne e costiere, e per l'agricoltura stessa. La gestione attuale prevede opere frequenti di pulizia con scavatori, che di fatto azzerano la biodiversità e il funzionamento dei canali (figura 4). Il mantenimento della

vegetazione riparia e sommersa, che offre una resistenza minima ai deflussi, e degli organismi associati alle radici delle piante come i vermi, garantirebbe il mantenimento dei servizi biogeochimici di depurazione.

Considerando che il reticolo idrografico secondario nel Bacino del Po supera 50000 Km lineari, a fronte di lunghezze di due ordini di grandezza minori dei fiumi principali, si intuisce quanto sia prioritario e quanto possa essere efficace un'azione a basso costo estesa a un gran numero di canali piuttosto che costosi interventi su piccole porzioni di grandi fiumi. L'azione a basso costo consiste in una gestione conservativa degli organismi acquatici, con interventi di pulizia idraulica limitati ai periodi invernali, quando l'attività vegetativa è minore.

MATEMATICA APPLICATA ALLA FLUIDODINAMICA DEI GAS



*Il team di ricerca
da sinistra: Marzia Bisi, Maria Groppi e Giorgio Martalò*

La dinamica dei gas è un tema di interesse per vari campi scientifici e tecnologici, quali, per esempio, gli studi sui semiconduttori o l'ambito aerospaziale. L'evoluzione di un gas può essere studiata con un approccio microscopico, ovvero scrivendo un'equazione per il moto di ogni singola molecola, oppure con un approccio macroscopico, studiando l'evoluzione spazio-temporale di proprietà quali la densità, la velocità media, la temperatura, la pressione. Ma c'è anche una terza via, intermedia tra le precedenti, basata sulla teoria cinetica classica proposta da Ludwig Boltzmann. Marzia Bisi e Maria Groppi, docenti del Dipartimento di Scienze Matematiche, Fisiche e Informatiche, da anni studiano da un punto di vista matematico la teoria cinetica applicata alla fluidodinamica.

In che cosa consiste la teoria cinetica di Boltzmann e in che modo, con la vostra attività di ricerca, vi occupate di studiare problemi di fluidodinamica dei gas attraverso tali equazioni?

La teoria cinetica è stata proposta nella seconda metà del 1800 dal fisico austriaco Ludwig Boltzmann per descrivere la dinamica dei gas rarefatti. Essa si basa sullo studio della funzione di distribuzione delle particelle, che permette di stimare quante sono le particelle che in un certo istante di tempo si trovano in un volume infinitesimo X e hanno una certa velocità V . L'approccio cinetico è intermedio tra quello microscopico che studia le singole particelle (che richiederebbe un numero enorme di incognite, dell'ordine del numero di Avogadro) e quello macroscopico che rileva solo alcuni campi fisici significativi quali la densità, la velocità macroscopica, la temperatura e la pressione.

L'equazione di Boltzmann permette di tenere in conto sia il moto libero delle molecole in assenza di collisioni, sia le variazioni di velocità ed energia cinetica dovute agli urti tra le molecole. Un aspetto interessante e utile per le applicazioni è che le quantità macroscopiche fisicamente significative (densità, velocità, pressione, ecc.) si possono ricavare esplicitamente a partire dalla funzione di distribuzione (con opportuni integrali) e di conseguenza, una volta nota la soluzione dell'equazione di Boltzmann, anche l'evoluzione dei campi macroscopici è automaticamente nota.

Semberebbe tutto sommato un approccio semplice e diretto. Ma è veramente così?

Nella pratica non è purtroppo così semplice. Dal punto di vista matematico l'equazione di Boltzmann è di tipo integro-differenziale non lineare, quindi assai complicata da risolvere.

La soluzione esplicita è nota solo in particolari condizioni, e in tutti gli altri casi occorre trovare delle approssimazioni che siano rigorose dal punto di vista matematico e che permettano di dedurre relazioni fisicamente significative per densità, velocità macroscopica e temperatura del gas. Inoltre, occorre considerare che la teoria di Boltzmann è stata sviluppata soprattutto per descrivere l'evoluzione di un singolo gas. Nei problemi reali, però, sono coinvolte miscele di diversi tipi di gas, alcuni monoatomici altri poliatomici, che oltretutto possono reagire chimicamente. Le molecole non possono essere semplicemente trattate come punti materiali in movimento, dato che possiedono anche energia interna di tipo vibrazionale e rotazionale. La nostra attività di ricerca si colloca proprio nell'ambito della generalizzazione della teoria classica di Boltzmann a miscele di gas. Pertanto, la trattazione è molto complicata:

si ha a che fare con un sistema di equazioni di Boltzmann (una per ogni specie), le interazioni possono essere sia meccaniche (con variazione solo di velocità ed energia delle molecole interagenti) sia chimiche (in cui cambia la natura delle particelle). Per questo motivo si cerca di proporre equazioni cinetiche più semplici di quelle di Boltzmann, che mantengano però un certo ordine di accuratezza nella descrizione dell'evoluzione. La tipologia di equazioni più utilizzata in questo ambito è quella dei cosiddetti "modelli BGK" (dagli autori Bhatnagar, Gross, Krook che hanno introdotto questo modello per un singolo gas nel 1954), e in anni recenti il nostro gruppo di ricerca ne ha introdotti vari, sia per gas poliatomici, sia per gas soggetti a diverse tipologie di reazioni chimiche. All'attività di ricerca attualmente in corso partecipano Giorgio Martalò - neo-ricercatore - e Romina Travaglini, dottoranda a fine percorso. Inoltre, sono attive varie collaborazioni a livello nazionale e internazionale.

Perché è importante questo settore di studi? Quali i potenziali ambiti di applicazione?

Il nostro settore di studi è importante dal punto di vista sia matematico che applicativo. Dal punto di vista matematico, noi ci occupiamo soprattutto della modellistica delle interazioni tra particelle, della costruzione di modelli cinetici di tipo Boltzmann o loro approssimazioni BGK, per arrivare a equazioni classiche della fluidodinamica, come le equazioni di Eulero e Navier-Stokes. Con questo procedimento, i coefficienti di trasporto di interesse in fluidodinamica, come la viscosità e la conducibilità termica dei gas, si ottengono in modo esplicito in funzione dei parametri microscopici delle particelle (masse, livelli di energia interna, frequenze di collisione). I risultati di questi calcoli sono molto utili nelle applicazioni, soprattutto in situazioni sperimentali che rendono impossibile fare misurazioni dirette dei parametri di trasporto.

Un ambito di applicazione dei nostri studi è il problema del rientro delle navicelle spaziali. Quando la navicella viene a contatto con lo strato superiore dell'atmosfera si innescano reazioni chimiche gassose e variazioni repentine di densità e temperatura (onde d'urto) che potrebbero dar luogo a esplosioni. Uno studio accurato di tali fenomeni è possibile mediante la teoria cinetica e consente di prevedere condizioni su direzione e velocità della navicella per un rientro in sicurezza. Un altro ambito in cui la fluidodinamica classica non è adeguata è lo studio della propagazione di fluidi in microcanali, dal diametro inferiore a 1 mm, utilizzati ad esempio per evitare il surriscaldamento di componenti elettronici miniaturizzati, presenti in molti strumenti di uso quotidiano (i cosiddetti dispositivi MEMS presenti in smartphone, elettrodomestici, ecc.).

La teoria cinetica non ha come unica applicazione la fluidodinamica, ma si occupa anche di problemi in finanza matematica, socioeconomia, distribuzione di ricchezze, sanità.

I modelli cinetici di tipo Boltzmann, proposti inizialmente per gas rarefatti, sono stati generalizzati per descrivere la dinamica di diversi sistemi "a molti agenti", che possono essere non solo particelle, ma anche cellule, automobili o individui. Ad esempio, una semplice economia di mercato può essere modellizzata come un insieme di individui che interagiscono mediante tantissimi incontri binari, e si può scrivere quindi un'equazione di Boltzmann per la funzione di distribuzione della ricchezza. Con opportune scelte della regola di interazione tra gli individui (utilizzando anche variabili aleatorie che portino in conto i rischi del mercato), si possono ottenere modelli cinetici in grado di riprodurre fenomeni economici realistici, come la crescita della ricchezza globale, o la formazione di gruppi di pochi individui che detengono la maggior parte della ricchezza. In questo contesto, abbiamo proposto un modello che contempli la tassazione in ogni singola interazione e opportune strategie di redistribuzione della ricchezza introitata dallo stato. In un lavoro recentemente sottoposto, abbiamo

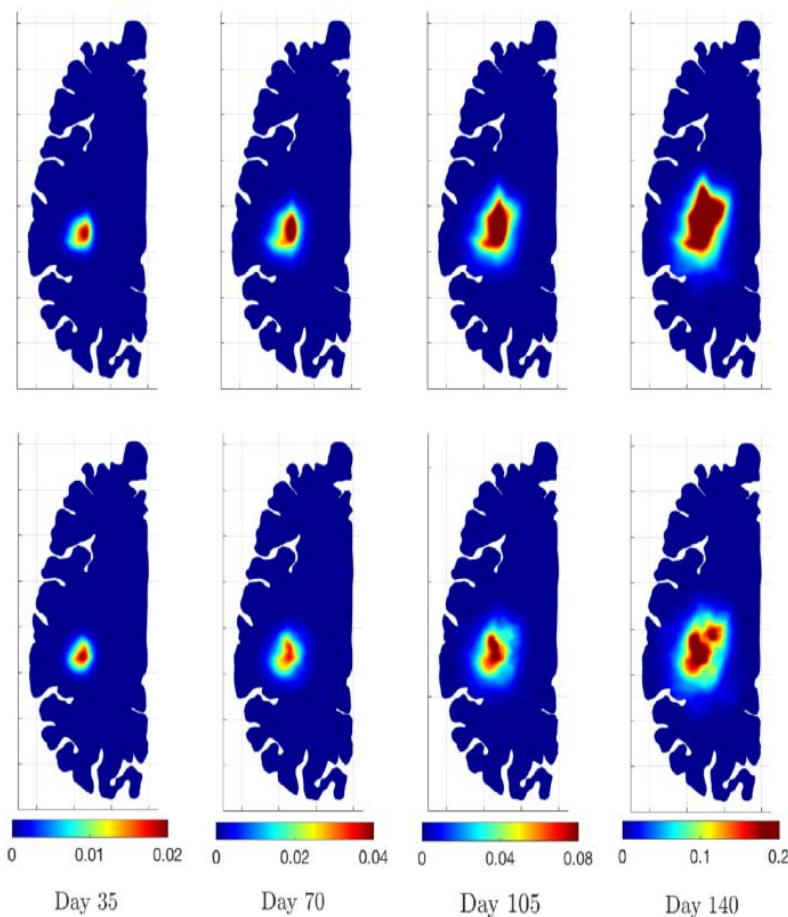


figura 1. Evoluzione di un glioblastoma ottenuta con equazioni macroscopiche di tipo reazione-diffusione (in alto nella figura), oppure con un modello più preciso ricavato utilizzando anche equazioni cinetiche (parte bassa della figura).

modellizzato anche il trasferimento di individui tra una nazione e l'altra con operatori di Boltzmann analoghi a quelli utilizzati in fluidodinamica per descrivere le reazioni chimiche. Altri problemi in cui l'evoluzione può essere approssimata come una catena di interazioni binarie successive sono la formazione di opinioni (ogni individuo modifica la sua opinione dopo averne discusso con altri), la diffusione di epidemie (ogni cellula trasmette la carica virale o il proprio stato di cellula "malata" a quelle che le stanno attorno), il traffico veicolare (ogni veicolo deve modificare la propria velocità in base a quella delle auto vicine), la dinamica di crescita tumorale (le cellule tumorali interagiscono tra loro e con il sistema immunitario con meccanismi a varie scale, anche cinetica; in figura 1 un esempio di simulazione dell'evoluzione di un glioblastoma ottenuta con questi modelli). In questo contesto abbiamo svolto ricerche in collaborazione con nostre ex dottorande, Martina Conte (ora post-doc al Politecnico di Torino) e Rossella Della Marca (ora post-doc alla SISSA di Trieste), e abbiamo in programma di proseguire in queste attività insieme alla neo-assegnista del nostro gruppo Nadia Loy.

Come è iniziato il vostro percorso di ricerca in questo settore della matematica?

Il prof. Giampiero Spiga, arrivato nel 1990 a Parma a ricoprire la cattedra di Fisica Matematica presso l'allora Dipartimento di Matematica, ci ha fatto conoscere la teoria cinetica, in cui aveva ottenuto risultati di primo piano; possiamo dire che negli anni '80 si è formata una vera e propria scuola italiana di Teoria Cinetica, cresciuta intorno a figure di altissimo livello come il compianto Carlo Cercignani del Politecnico di Milano, Mario Pulvirenti della Sapienza di Roma e Giuseppe Toscani dell'Università di Pavia. Alla crescita della teoria cinetica italiana ha contribuito anche l'attività dei ricercatori impegnati nello studio delle teorie del trasporto di neutroni applicate ai reattori nucleari, tra cui il compianto Vinicio Boffi della Sapienza di Roma, i quali, dopo l'uscita dell'Italia dal nucleare, hanno indirizzato le loro ricerche in campi

affini. Abbiamo quindi iniziato con Spiga a lavorare sulla teoria cinetica verso la fine degli anni '90.

Quali le ricerche e le collaborazioni più significative del vostro percorso di ricerca?

Molte delle ricerche recenti si inquadrano nell'ambito del progetto PRIN 2017 "Multiscale phenomena in Continuum Mechanics: singular limits, off-equilibrium and transitions" (PI: prof. Marco Sammartino dell'Università di Palermo, sito web: <https://mcmslot.wordpress.com/>) al quale partecipiamo come Unità di ricerca locale: il nostro importante obiettivo è stato la costruzione di un framework cinetico generale per gas poliatomici, in grado di modellizzare diverse tipologie di energia interna con variabili energetiche sia discrete che continue. Tale ricerca è stata condotta anche con la collaborazione di Thomas Borsoni dell'Ecole Normale Supérieure di Cachan (Parigi), che è stato ospite per un anno presso l'Università di Parma. La comunità scientifica francese è molto attiva nell'ambi-

to della teoria cinetica e diverse sono le collaborazioni instaurate con loro, tra cui vari progetti finanziati dall'Università Italo-Francese. Altre recenti collaborazioni hanno coinvolto Alexander Bobylev dell'Accademia Russa delle Scienze, a cui l'Ateneo di Parma ha conferito la laurea ad honorem in Matematica nel 1998, uno dei massimi esperti dell'equazione di Boltzmann a livello mondiale, e Tommaso Ruggeri, Università di Bologna e Accademia dei Lincei, autore di numerosi articoli e libri sulla termodinamica estesa, considerati un riferimento per la comunità dei ricercatori in fluidodinamica. Di recente abbiamo pubblicato un importante articolo su Physical Review E, dal titolo "Two-temperature Navier-Stokes equations for a polyatomic gas derived from kinetic theory" (2020), un lavoro che ha avuto origine nel 2019 durante i tre mesi in cui Kazuo Aoki della National Cheng Kung University di Tainan (Taiwan) è stato ospite a Parma nell'ambito del programma di "visiting professor" dell'Ateneo.

Scuola internazionale sulla teoria cinetica e le sue applicazioni

Le varie applicazioni della teoria cinetica sono il tema della Scuola estiva "Methods and Models of Kinetic Theory (M&MKT)", che si tiene con cadenza biennale a partire dal 2002, di cui Maria Groppi è attualmente direttore e Marzia Bisi membro del comitato scientifico e organizzatore (sito web: <http://mat521.unime.it/MMKT/>). "La scuola - spiega Maria Groppi - è ormai affermata a livello internazionale come un fondamentale punto di riferimento e ha ospitato numerosi docenti di altissimo livello internazionale tra cui vincitori di progetti ERC e medaglie Fields, l'analogo del premio Nobel, destinato a ricercatori in matematica al di sotto dei 40 anni".

SUMMER SCHOOL ON METHODS AND MODELS OF KINETIC THEORY M&MKT

11th Edition Organization Lecture notes Registration Info on Pesaro Past editions

11th SUMMER SCHOOL ON "METHODS AND MODELS OF KINETIC THEORY"

M&MKT 2022

Alexander Museum Palace Hotel, Pesaro (PU), Italy
June 12 – 18, 2022

The program of the School includes **three main courses** (5 hours each):

- Massimo FORNASIER**, Technische Universität München, Germany
Multi-agent system learning and control: mean-field control and evolutive games
- Jacques SMULEVICI**, Sorbonne Université, Paris, France
Vector field methods for kinetic equations
- Alexis VASSEUR**, University of Texas, Austin, USA
De Giorgi methods applied to regularity theory for kinetic equations

and **three short courses** (2 hours each):

- Frédérique CHARLES**, Sorbonne Université, Paris, France
Particle methods for transport equations: from smooth particles to hybrid particle/semi-Lagrangian schemes
- Chiara SAFFIRIO**, Universität Basel, Switzerland
From the many-body quantum dynamics to the Vlasov equation
- Josef WEINBUB**, Technische Universität Wien, Austria
Quantum transport in phase space: introduction and applications

IL “MODELLO EMILIANO”, L’EUROPA E I CAMBIAMENTI NECESSARI



Franco Mosconi



Dario D’Ingiullo

“*Understanding the Emilian Model: A Network Analysis (NA) approach to investigate industrial relationships*” è il titolo del progetto di ricerca che è stato portato avanti da Franco Mosconi e Dario D’Ingiullo del Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali nell’anno accademico 2019-2020. Il progetto risultò fra i vincitori, nella primavera 2019, del bando STAREBEL (*STAgEs de REcherche BEI-EIB research internships*) promosso dalla Banca Europea degli Investimenti (BEI-Institute) di Lussemburgo, un programma di grande rilievo a livello comunitario per la formazione dei ricercatori. Franco Mosconi, nel nostro Ateneo, è dall’anno accademico 2003-2004 titolare della Cattedra Jean Monnet in Economia e Politica Industriale.

Prof. Mosconi, lei studia da anni il “Modello emiliano”: perché questo interesse?

Sì, dobbiamo tornare un po’ indietro negli anni e, in particolare, all’a.a. 2008-2009. In quell’anno, infatti, presentai un progetto di ricerca su un bando della Fondazione Cariparma che risultò ammesso a finanziamento. Dal quel momento il tema ha rappresentato una delle mie aree di interesse prevalenti qui all’Università di Parma. Con un’aggiunta importante, però, rispetto a quella che era la consolidata letteratura sul “Modello emiliano”.

Qual è questa aggiunta importante?

La “Metamorfosi” del “Modello emiliano”, nel senso che ho cercato di impostare tutta questa linea di ricerca al fine di gettare luce sulle trasformazioni in atto nel nostro sistema economico regionale a partire dal principio di questo XXI secolo. Difatti, tre straordinari cambiamenti si sono intrecciati, da quel momento, fra loro:

la nascita dell’Euro; l’ascesa dell’Asia (la Cina in primis); la rivoluzione delle ICT - Information and Communication Technologies. Un sistema economico come il nostro non poteva restarne immune. Il libro che fece il punto sulla prima fase del progetto l’abbiamo pubblicato col Mulino nel 2012 (figura 1). Sono poi seguite altre pubblicazioni e un’intensa attività seminariale, cose che tutt’ora proseguono.

Ci può spiegare che cosa si intende per “Modello emiliano”?

Cominciamo col dire che ha sempre avuto un grande spazio nella letteratura sia a livello nazionale, sia (caso pressoché unico fra le regioni italiane) internazionale. Negli anni ‘60 e ‘70 del secolo scorso - e aggiungerei anche gli anni ‘80 - questo Modello si è affermato grazie ad alcune caratteristiche fondamentali, riguardanti principalmente le imprese: la vocazione industriale diffusa; la pluralità dei protagonisti; la vitalità dei distretti

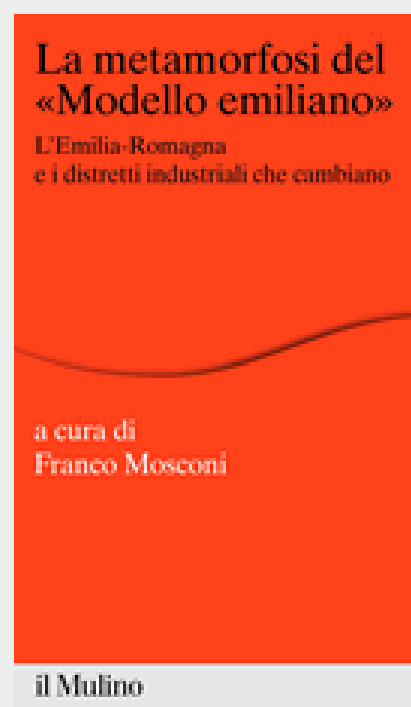


figura 1. Copertina del volume *La metamorfosi del “modello emiliano”. L’Emilia-Romagna e i distretti industriali che cambiano*, F. Mosconi (a cura di), Il Mulino, Bologna, 2012



figura 2. La sede della Banca Europea degli Investimenti (BEI) a Lussemburgo

industriali e il decentramento produttivo. Pensiamo ai lavori di studiosi del rango di Sebastiano Brusco, Romano Prodi, Vera Negri Zamagni. Altri autori ne sottolinearono poi la dimensione sociale; vale a dire, il ruolo giocato dal welfare. L'apertura dei primi asili nidi è giustamente un vanto emiliano.

Arrivano dunque gli anni '90 e inizia la metamorfosi o trasformazione, che dir si voglia?

Sì e no perché gli anni '90 rappresentano un decennio faticoso per molti motivi, essenzialmente macroeconomici, mentre la vera e propria trasformazione inizia a cavallo fra i due secoli. Due i segni principali della metamorfosi. Primo, le imprese crescono di dimensione e in tanti distretti (o cluster) si affermano le imprese leader,

che si fanno carico della filiera. Secondo, le imprese migliorano la qualità dei loro prodotti del Made in Italy (*upgrading*) e/o avviano nuove produzioni a più elevato contenuto tecnologico. A quest'ultimo riguardo, le scienze della vita, da un lato, e la mecatronica, dall'altro, sono due eccellenti esempi.

Con il progetto promosso dalla Banca Europea degli Investimenti queste tendenze della trasformazione hanno trovato conferma?

Sì, lo studio supportato dalla BEI e condotto col dott. D'Ingiullo ne dà una conferma robusta. Le principali agglomerazioni territoriali di imprese disseminate lungo tutta la Via Emilia sono agglomerazioni dove le imprese rappresentano i nodi di una rete. Vi sono, naturalmente, nodi più impor-

tanti degli altri, ma è tutto il mondo produttivo regionale (dall'agro-industria ai servizi avanzati alle imprese, passando per la moda, l'arredo-casa, la farmaceutica e la fondamentale meccanica strumentale) che funziona come un sistema. E, si badi bene, si tratta di un sistema aperto al mondo perché l'Emilia-Romagna è la seconda regione esportatrice del Paese dopo la Lombardia, ma è prima per export pro-capite (circa 15.000 euro a testa). Assai rilevante è altresì il flusso – in entrata e in uscita – degli IDE (Investimenti Diretti Esteri), un fatto importantissimo per l'aumento del livello tecnologico di un'economia.

C'è anche un aspetto di policy che emerge da questa che possiamo definire una storia di successo?

La Network Analysis, una nota di metodo

La Network Analysis (NA) è uno strumento per interpretare i legami tra entità (individui, imprese, settori, paesi, ecc.) all'interno di un determinato contesto di riferimento e, più in generale, rappresenta un *framework* teorico e metodologico adatto per lo studio e l'analisi grafica di strutture economico-sociali mediante la rappresentazione dei legami tra gli attori che appartengono ed operano all'interno di uno stesso sistema. Attraverso la sua applicazione, infatti, è possibile analizzare la struttura organizzativa e la configurazione gerarchica della rete, nonché i possibili ruoli e responsabilità (coordinatore, facilitatore, integratore, acquirente, *pivot*, intermediario ecc.) che gli attori economici possono assumere all'interno della rete.

In linea con questi presupposti, la metodologia è stata applicata al contesto Emiliano-Romagnolo con l'obiettivo di analizzare la struttura delle relazioni intersettoriali presenti all'interno della regione. Applicando la NA, infatti, è stato possibile identificare le interdipendenze settoriali e la presenza di settori cruciali per la solidità e la competitività dell'intera economia regionale. In particolare, sono stati individuati i principali cluster settoriali che presentano attività economiche interrelate e i settori chiave che sono potenzialmente in grado di garantire la stabilità, la resilienza e la competitività dell'intero sistema economico regionale, contribuendo alla sua crescita economica (a cura di Dario D'Ingiullo).

Il progetto: i passi compiuti e i prossimi sviluppi

Il progetto di ricerca, della durata di 12 mesi (la durata massima possibile) ha avuto - all'inizio e alla fine - due momenti "pubblici":



figura 4.

Un Seminario in presenza per la presentazione dei risultati è in programmazione, qui all'Università di Parma, nel corso del II semestre di lezioni (da febbraio 2022).

Franco Mosconi e Dario D'Ingiullo hanno già presentato i principali risultati della ricerca nelle Riunioni scientifiche annuali 2021 sia della **SIE**-Società Italiana di Economia sia della **SIEPI**-Società di Economia e Politica Industriale. Oltre al Report finale consegnato alla BEI-Institute, un primo articolo, frutto del progetto, è stato pubblicato sulla rivista "Economics of Innovation and New Technology (EINT)" (figura 5).

Sul "Modello emiliano" e la sua "Metamorfosi", la Cattedra Jean Monnet dell'Università di Parma ha registrato un dominio (www.emilianmodel.unipr.it) e il sito, con la collaborazione del Centro SELMA, è in costruzione.



figura 5. Frontespizio dell'articolo "Institutional quality and innovation: evidence from Emilia-Romagna", pubblicato sulla rivista online Economics of Innovation and New Technology (EINT), marzo 2021.

- il Seminario di lancio del progetto, che si è svolto all'Università di Parma (22/10/2019) (figura 4)
- il Webinar per la presentazione dei risultati ai vertici della BEI-Institute (8/10/2020), incontro presieduto da Fulcero Bruni Rocca (Head of the Knowledge Programme, EIB Institute) e coordinato da Kristian Uppenberg, tutor sul versante BEI del ricercatore junior titolare del "grant" (junior Dario D'Ingiullo titolare), mentre F. Mosconi è stato il tutor accademico e responsabile scientifico del progetto.

Ancora una volta la risposta è positiva. Nessuno dei risultati della success story emiliano-romagnola sarebbe spiegabile senza tenere nel debito conto i rapporti fra il mondo della produzione, il mondo istituzionale, il mondo dell'Università e della ricerca. Questi tre mondi - lungo tutta la Via Emilia, come il caso del nostro Ateneo dimostra - sono abituati a cooperare per finalità di interesse collettivo. E gli investimenti in conoscenza (R&S e capitale umano) sono, oggi più di ieri, il terreno più appropriato per sviluppare questa cooperazione, anche alla luce del PNRR.

Per concludere, ci può dire dove sta posando gli occhi il Professor Mosconi nelle sue ricerche?

Da un lato, sto cercando di dare continuità al lavoro sulla "Metamorfosi del Modello emiliano", che ha rappresentato il cuore anche del progetto con la BEI. Dall'altro, sto continuando a occuparmi della "New European Industrial Policy" e, dopo la monografia con Routledge del 2015 (poi ripubblicata in paperback nel 2020 - figura 3), c'è in uscita un lavoro con i colleghi della UCL-Université Catholique de Louvain (J-C Defraigne et al., E. Elgar, primavera 2022). In questo libro, il mio capitolo rivisiterà la politica industriale dell'Unione nei primi due decenni di questo secolo.

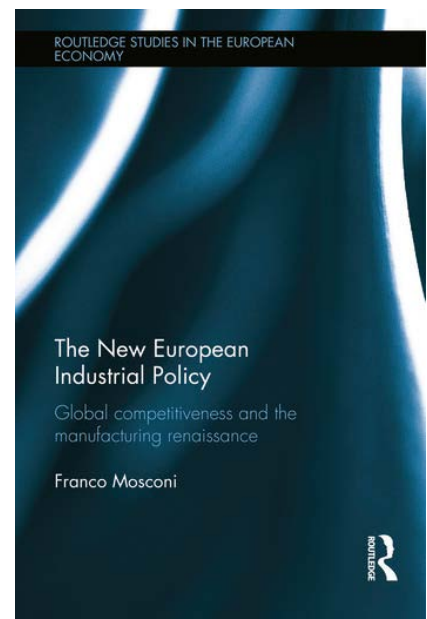


figura 3. La copertina del volume *The New European Industrial Policy. Global competitiveness and the manufacturing renaissance*, F. Mosconi, Routledge, 2015

Brevi dalla nostra ricerca

Tre docenti dell'Università di Parma fra i ricercatori "Highly Cited"

Daniele Del Rio, Giuseppe Mingione e Marco Ventura tra i ricercatori più citati al mondo.

Confermati anche quest'anno nella classifica "Highly Cited Researchers" di Web of Science Group - Clarivate Analytics. L'Ateneo di Parma si conferma tra gli atenei italiani col maggior numero di Highly Cited Researchers.

Approfondisci

Big Data e Artificial Intelligence: premi e finanziamenti per la ricerca dell'Università di Parma

Nell'ultimo bando dell'IFAB - International Foundation Big Data and AI for Human Development sono stati approvati 2 progetti UniPR: il progetto "Functional precision medicine platform in adult leukemia", proposto dal Laboratorio di Ematologia Traslazionale e Chemogenomica diretto da Giovanni Roti, docente del Dipartimento di Medicina e Chirurgia, e il progetto ROADSTER (ROAd Digital Sustainable Twins in Emilia-Romagna: Artificial Intelligence for industrial areas) coordinato per l'Università di Parma da Andrea Prati, docente del Dipartimento di Ingegneria e Architettura. Inoltre, il progetto di Francesca Cavaliere, nostra dottoranda in Scienze degli Alimenti, è stato premiato nell'ambito del "Premio Nazionale della Ricerca Big Data e Artificial Intelligence".

Approfondisci

Vulnerabilità e resilienza durante il primo lockdown: i risultati in uno studio firmato anche dall'Università di Parma

Lo studio cui hanno partecipato Luca Carnevali e Andrea Sgoifo del Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale, ha messo in luce l'esistenza di una relazione stretta tra valori elevati di variabilità della frequenza cardiaca a riposo e maggiore capacità di regolare efficacemente le proprie emozioni in risposta a fattori di stress psicosociale.

I risultati hanno evidenziato inoltre una correlazione positiva tra la percezione di rischio associato a COVID-19 e sintomi di depressione.

Approfondisci

Analisi matematica: a Cristiana De Filippis il Premio Gioacchino Iapichino dell'Accademia dei Lincei

A Cristiana De Filippis il Premio Gioacchino Iapichino dell'Accademia dei Lincei. A consegnare il prestigioso riconoscimento alla neo ricercatrice del Dipartimento di Scienze Matematiche, Fisiche e Informatiche dell'Università di Parma, è stato, nei giorni scorsi, il Vice Presidente dell'Accademia dei Lincei e Premio Nobel Giorgio Parisi.

Approfondisci

Publicato su Nature Communications l'articolo "Changing the game of time resolved X-ray diffraction on the mechanochemistry playground by downsizing"

Lo studio cui hanno partecipato Alessia Bacchi e Paolo Pio Mazzeo docenti del Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale propone un nuovo protocollo sperimentale che permette lo studio di reazioni mecanochemiche oltre ad aprire alla possibilità di utilizzare la mecanochemica anche nel caso di reagenti particolarmente costosi, tossici o pericolosi, limitando i rischi per l'operatore e offrendo una strategia di sintesi più ecosostenibile.

Approfondisci

Insedimento del "Board per l'etica della ricerca non medica sulla persona"

Insedito il Board per l'etica della ricerca non medica sulla persona (REB - Research Ethics Board), istituito dall'Università di Parma con il compito di esprimere pareri in merito al rispetto dei principi etici in progetti di ricerca non medica, condotti da docenti UniPR, che coinvolgono adulti o minori. Il Comitato è presieduto dalla prof.ssa Paola Corsano.

Approfondisci

Due riconoscimenti al Centro di Odontoiatria dell'Università di Parma

La ricercatrice Elena Calciolari, docente di Parodontologia al Dipartimento di Medicina e Chirurgia, è stata premiata con il President's prize dalla British Society for Dental Research (BSODR)

La studentessa di Odontoiatria e Protesi dentaria, Sara Rossetti ha vinto il primo contest clinico organizzato dalla Società Italiana di Parodontologia e Implantologia e AISO - Associazione Italiana Studenti di Odontoiatria.

Approfondisci

Valutare lo stato di salute del polmone con il progetto PEOPHLE

Il Ministero della Salute ha finanziato con 450 mila euro lo studio nazionale "Model for Optimized Implementation of Early Lung Cancer Detection: Prospective Evaluation Of Preventive Lung Health (PEOPHLE)". Lo studio, sul tumore del polmone, è coordinato dall'Azienda Ospedaliero-Universitaria di Parma e vede come responsabili i docenti Nicola Sverzellati e Paolo Carbognani del Dipartimento di Medicina e Chirurgia.

Approfondisci

L'Università di Parma tra le eccellenze nella ricerca sui calcolatori quantistici. Riconoscimento internazionale per Alessandro Chiesa del Dip. di Scienze Matematiche, Fisiche e Informatiche

Il ricercatore Alessandro Chiesa ha ricevuto l'Advances in Magnetism Award per il miglior articolo presentato alla Conferenza Magnetism and Magnetic Materials 2020. La ricerca sui materiali magnetici molecolari è condotta da un team di ricercatori e ricercatrici di UniPR ed è diretta allo sviluppo di nuovi approcci per la realizzazione di calcolatori quantistici.

Approfondisci

Il progetto ImmUnion dell'Università di Parma premiato a ReActor, la scuola di orientamento all'imprenditorialità per scienziati con idee innovative e ad alto potenziale di crescita organizzata da Fondazione Golinelli di Bologna

L'idea imprenditoriale presentata dalle ricercatrici Valentina Garrapa e Ilaria Minato del Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale riguarda lo sviluppo della bio-molecola artificiale ImmunoTag costituita da un frammento ingegnerizzato della tossina tetanica.

La piattaforma ImmUnion si presta ad applicazioni sia di tipo immuno-terapeutico che di tipo profilattico. Entrambe sono attualmente oggetto di uno studio per la lotta al virus SARS-CoV-2, condotto in collaborazione con Preclinics GmbH.

Approfondisci

UNIPR **R**icerca



UNIVERSITÀ
DI PARMA

www.unipr.it