

scienza e tecnica



TRIMESTRALE DI INFORMAZIONE DELLA SOCIETÀ ITALIANA PER IL PROGRESSO DELLE SCIENZE

ANNO LXXXIII - NN. 555-556 lug.ago.set.-ott.nov.dic. 2020 - Poste Italiane SpA - Sped. in A.P. - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/2/2004, n. 46) art. 1, comma 2, DCB Roma



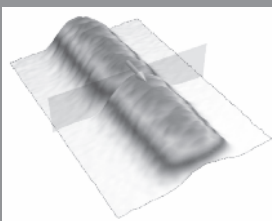
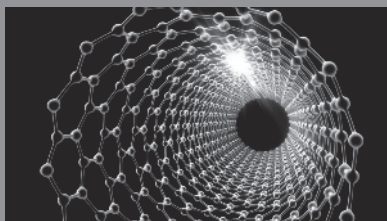
Matematica, fisica e pandemia

Riflessioni per nuovo progresso delle scienze di vita

Leggere la doppia Eneide scritta da Virgilio

**Come il mix diagnostica
e manutenzione
si identificano
nell'affidabilità**

**Implosione
della popolazione**



**MISURATO PER LA PRIMA VOLTA L'EFFETTO
HALL ANOMALO DELLA LUCE**

**OSSERVATE SUPERCORRENTI ATOMICHE
CHE SCORRONO SENZA RESISTENZA**

**NANOTECNOLOGIE FOTONICHE PER LA
SENSORISTICA E DIAGNOSTICA MEDICA**

**IL CALORE PROFONDO DELLA SICILIA:
ELEVATO, MA NON OVUNQUE**

**LE NANOTECNOLOGIE CHE PERMETTONO
DI ASCOLTARE IL DIALOGO
TRA LE CELLULE A STELLA DEL CERVELLO**

**LE FORESTE CHE CRESCONO
AL CALDO SONO PIÙ EFFICIENTI**



scienza e tecnica

Sommario

- 1** Come il mix diagnostica e manutenzione si indentificano nell'affidabilità
- 6** Matematica, fisica e pandemia. Riflessioni per un nuovo progresso delle scienze della vita
- 9** Leggere la doppia Eneide scritta da Virgilio
- 12** Implosione nella popolazione

13 **notiziario**

Misurato per la prima volta l'effetto Hall anomalo della luce
"Ascoltato" il fonone, la porzione più piccola esistente in natura
La chimica di base dell'elettrolisi dell'acqua
Osservate supercorrenti atomiche che scorrono senza resistenza
Nanotecnologie fotoniche per la sensoristica e diagnostica biomedica
Il calore profondo della Sicilia: elevato, ma non ovunque
La molecola che ripulisce gli ingranaggi della memoria
Le nanotecnologie che permettono di ascoltare il dialogo tra le cellule a stella del cervello
Le foreste che crescono al caldo sono più efficienti
L'olio fa bene al cervello, soprattutto negli anziani

I membri del Consiglio di presidenza della Società Italiana per il Progresso delle Scienze formulano ai Soci, alle Autorità, alle Accademie, agli Istituti culturali, alle Società consorelle ed alla Stampa cordiali voti augurali di buon Anno.

SCIENZA E TECNICA

trimestrale a carattere politico-culturale e scientifico-tecnico
Direttore Responsabile: Lorenzo Capasso

ANNO LXXXIII - NN. 555-556 lug.ago.set.-ott.nov.dic. 2020 - terzo / quarto trimestre 2020

Reg. Trib. Roma n. 613/90 del 22-10-1990 (già nn. 4026 dell'8-7-1954 e 13119 del 12-12-1969).

Direzione, redazione e amministrazione: Società Italiana per il Progresso delle Scienze (SIPS)

via San Martino della Battaglia 44, 00185 Roma • tel/fax 06.4469165 • www.sipsinfo.it • e-mail: sips@sipsinfo.it • pec: sips@pec.it

Cod. Fisc. 02968990586 • C/C Post. 33577008

UniCredit Banca di Roma • IBAN IT88G0200805227000400717627 Università di Roma «La Sapienza», Ple A. Moro 5, 00185 Roma

Stampa: Istituto Salesiano Pio XI - Via Umbertide, 11 - 00181 Roma - tel. 06.7827819 - 06.78440102 - fax 06.78.48.333 - e-mail: tipolito@donbosco.it

Scienza e Tecnica print: ISSN 0582-25800

COME IL MIX DIAGNOSTICA E MANUTENZIONE SI IDENTIFICANO NELL'AFFIDABILITÀ

di IGNAZIO PARISI

Il titolo si fa portatore di un concetto semplice e ben chiaro. Il legame tra *diagnostica*, *manutenzione* e *affidabilità* si è sviluppato prendendo in considerazione l'incidenza delle attività di manutenzione sulla qualità del servizio offerto. Senza addentrarsi nei meandri tecnici propri dell'ingegneria di manutenzione, soffermiamo l'attenzione sul valore aggiunto che si ricava nel portare avanti una politica produttiva efficace, all'interno di un normale processo produttivo industriale.

L'evoluzione dei mercati e il progresso tecnologico in campo industriale hanno spinto molte aziende a porre una maggiore meticolosità nelle attività di diagnostica e di manutenzione, in un'ottica di prevenzione e di continuo controllo tecnico. Tutte le attività e le tecnologie messe in campo dai vari settori rappresentano uno dei migliori modi per realizzare ogni tipo di manutenzione, garantendone l'affidabilità, adeguamento alle normative vigenti e mantenere elevati i livelli di sicurezza.

Affidabilità e *Disponibilità* rappresentano due grandezze mediante le quali si può ottenere una valutazione quantitativa della continuità con cui un elemento o un sistema può garantire il raggiungimento della missione per la quale è stato progettato e costruito; esse vengono garantite, ove possibile, attraverso adeguate politiche manutentive che contribuiscono a un funzionamento globale regolare e continuativo e rappresentano un onere economico spesso non indifferente.

La disponibilità è strettamente correlata all'affidabilità e alla manutenibilità del sistema: aumentando il periodo di tempo intercorrente tra due successivi stati di guasto e riducendo il tempo di riparazione è possibile ottenere un incremento della disponibilità del sistema stesso.

I guasti possono essere classificati in base:

a. *Alla causa scatenante.*

A tale proposito si riconoscono:

- guasti dovuti alla progettazione (mancata considerazione di effetti);
- guasti legati alla produzione (mancato rispetto delle specifiche di progetto);
- guasti legati all'utilizzo (utilizzo improprio);
- guasti legati all'invecchiamento o all'usura.

b. *Alla modalità di verificarsi.*

In tal senso vanno distinti i guasti dovuti a:

- rotture istantanee (es: foratura di un pneumatico);
- accumulazione di servizio prestato (es: afflosciamento del pneumatico per usura);
- rilassamento, legati all'aumento di probabilità di guasto a seguito del guasto di altri componenti (es: esplosione del pneumatico per irrigidimento della sospensione);
- più cause combinate.

Per aumentare la disponibilità di un'entità nel corso della sua vita operativa, la manutenzione deve far leva su una migliore organizzazione degli interventi, così da ridurre l'incidenza delle fermate che avvengono durante il "tempo richiesto" di esercizio e quindi comportano delle perdite di disponibilità.

A livello produttivo la gestione di un sistema di manutenzione efficiente ed efficace sarà possibile solamente se i processi interni possono fornire un insieme di competenze che permettano il raggiungimento degli obiettivi. Il valore di tali performance determina l'impatto che le attività di manutenzione hanno sul valore presente e futuro di una qualsiasi attività produttiva.

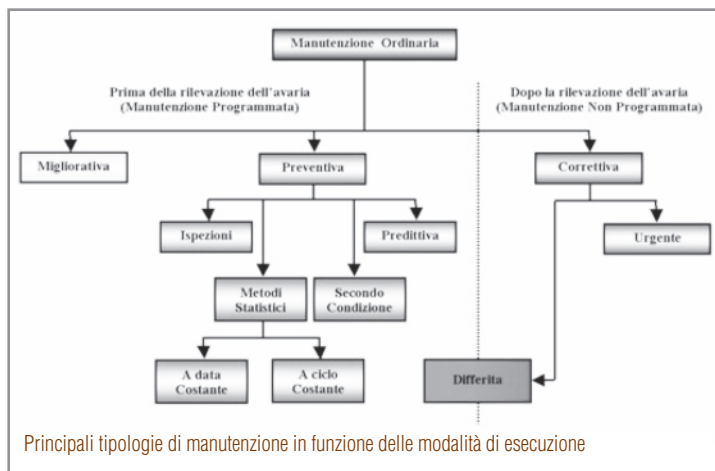
Lo sviluppo tecnologico negli ultimi anni ha compiuto passi da gigante, dando forma a nuove invenzioni, nuovi modelli di business e nuovi settori in campo industriale e dei servizi, che fino a poco tempo fa neanche esistevano e che stanno rivoluzionando la vita quotidiana dell'uomo. Ogni giorno vengono pensate nuove idee e progetti innovativi; basti pensare ai settori delle telecomunicazioni e della telefonia, passando per l'informatica e a tutto ciò che riguarda internet, fino ad arrivare alla robotica guidata da sistemi tramite l'intelligenza artificiale.

Si è tenuti a pensare che la cultura manutentiva sia solamente l'approccio quantitativo ingegneristico. Nel 1970 la manutenzione fu recepita come "scienza della conservazione" con questa definizione: «È una combinazione di dire-

zione, finanza, ingegneria e altre discipline, applicate ai beni fisici per perseguire un economico costo del ciclo di vita a esse relativo». Tale obiettivo è ottenuto con il progetto e l'applicazione della disponibilità e della manutenibilità agli impianti, alle macchine, alle attrezzature, ai fabbricati e alle strutture in genere, considerando la loro progettazione, installazione, manutenzione, miglioramento, rimpiazzo con tutti i conseguenti ritorni di informazioni sulla progettazione, le prestazioni e i costi.

La dimensione “evolutiva” della manutenzione, prevede che le tecniche manutentive non siano indirizzate al semplice mantenimento dello “status quo”, com'è stato visto sinora, ma siano rivolte a seguire e spesso ad incoraggiare una “evoluzione” del sistema, adattandolo a nuove esigenze, al bisogno di migliorare costantemente la produttività. Di norma la fase di manutenzione è accuratamente pianificata, vi sono controlli che permettono di prevedere il momento dell'intervento, i criteri e le tecniche applicative sono consolidate, è relativamente facile formare un manutentore che debba operare facendo prevenzione. Per questo il manutentore cerca di consolidare le conoscenze evitando di avventurarsi verso nuove tecnologie che potrebbero non rivelarsi altrettanto efficaci nelle operazioni di ripristino attraverso operazioni di diagnostica.

La diagnostica è una procedura di “traduzione” delle informazioni derivanti dalla misura di parametri e dalla raccolta di dati relativi a una macchina (o un sistema), da informazioni sui guasti effettivi o incipienti della macchina stessa. In altri termini, la diagnostica è il complesso delle attività di analisi e di sintesi che, utilizzando i rilievi di determinate grandezze fisiche, caratteristiche della macchina sorvegliata, consentono di trarre informazioni significative sulle condizioni della macchina stessa e sulla relativa tendenza nel tempo, per valutazioni e previsioni sulla sua affidabilità a breve e lungo termine. Il concetto di diagnostica è legato ai concetti di: “monitoraggio delle condizioni” (*condition monitoring*); “manutenzione” (*maintenance*); “protezione” (*protective relaying*); “affidabilità” (*reliability*).



Il monitoraggio e la protezione sono ovviamente tra loro collegati ma l'approccio alla realizzazione di ciascuno di essi è piuttosto diverso. Il monitoraggio dovrebbe essere progettato al fine di “anticipare” i malfunzionamenti mentre la protezione è essenzialmente retroattiva. Il monitoraggio può, in molti casi, avere anche lo scopo di fornire una prima protezione ma la sua reale funzione deve essere sempre quella di tentare di riconoscere lo sviluppo di malfunzionamenti in uno stadio precoce.

La scienza della manutenzione come strumento di salvaguardia della sicurezza e della conservazione del patrimonio immobiliare, dell'affidabilità degli impianti industriali e delle strutture ospedaliere, nonché del mantenimento a livelli adeguati dei servizi primari pubblici, si è intrecciata con l'evoluzione stessa della civiltà e delle logiche del costruire e del produrre a beneficio della vita e del benessere dell'uomo.

Le definizioni *diagnostica* e *manutenzione* evidenziano il ruolo “conservativo” della manutenzione stessa, ruolo che si esprime in diverse dimensioni: buono stato, efficienza, funzionalità. Un altro aspetto interessante è il concetto di “far durare a lungo”. Questo può avvenire tramite tecniche in grado di valutare lo stato di salute di macchine e impianti in condizioni di esercizio, ovvero di monitoraggio delle macchine; è possibile stabilire con sufficiente anticipo l'eventuale necessità di un intervento di manutenzione. Così come, a esempio, l'analisi delle vibrazioni generate dal macchinario durante il normale funzionamento possono essere utilizzate non solo per il monitoraggio ma anche per la diagnosi di malfunzionamenti e difetti strutturali (diagnostica industriale), ovvero l'individuazione del componente difettoso o danneggiato, nonché l'identificazione della tipologia di malfunzionamento in atto o di guasto in procinto di verificarsi.

Negli anni è cambiato il modo di far manutenzione: da servizio complementare e distaccato dalla produzione, sta diventando sempre più parte integrante dell'attività produt-

tiva attraverso una razionalizzazione del lavoro e dell'integrazione di altre funzioni dell'azienda o impresa. Il progresso della tecnologia ha portato alla costruzione di strumentazioni, macchine e apparati sempre più complessi, delicati e costosi che hanno cambiato anche le metodologie pratiche di approccio alla risoluzione di alcuni problemi. La "manutenzione" nel suo significato completo è quella funzione aziendale preposta al ruolo di assicurare la continuità di buon funzionamento delle strutture produttive. Il termine manutenzione è antico, in inglese è *maintenance*, in spagnolo *mantenimiento*.

Da sempre le norme tecniche si sono rilevate indispensabili per la convivenza tra gli uomini sin dai tempi remoti. Seguendo il corso degli anni, il concetto di normazione subisce una sensibile evoluzione diventando strumento essenziale per definire le caratteristiche attese di un qualsiasi prodotto o servizio. Legando così il concetto di norma al concetto di trasparenza. A fronte del selvaggio dilagare dei più disparati prodotti industriali, agli inizi del Novecento, sorsero associazioni di aziende per favorire l'adozione di norme sui processi produttivi e affini. Si palesava una diffusa cultura scientifica e professionale che aspirava alla semplificazione e all'unificazione delle regole.

In Italia la normazione tecnica volontaria nasce il 26 gennaio del 1921, con la costituzione dell'UNIM (Ente Nazionale per l'Unificazione nella Meccanica), poi trasformatosi in UNI in conseguenza dell'ampliamento del campo di attività a tutti i

settori. La normazione ha accompagnato lo sviluppo del Paese contribuendo al miglioramento dell'efficienza e dell'efficacia del sistema economico-sociale, supportando l'innovazione tecnologica, la competitività, il commercio, tutelando l'ambiente, promuovendo la qualità e la sicurezza dei prodotti, dei servizi e dei processi. Poi nel 1992 con la nascita della Comunità Europea e l'unificazione del mercato interno alla Comunità, si crearono le premesse per la nascita di un organismo europeo per la standardizzazione: il CEN (Comité Européen de Normalisation) nacque a Parigi nel 1961. A fianco del CEN la Comunità Europea ha anche costituito due altre istituzioni di normazione: il CENELEC per il settore elettrotecnico e l'ETSI per telecomunicazioni.

Intanto, prima la norma UNI 9910, poi UNI 10147/2013 avevano definito la manutenzione come: «combinazione di tutte le azioni tecniche e amministrative incluse le attività di supervisione, volte a mantenere o a riportare un'entità in uno stato in cui si possa eseguire la funzione richiesta». Successivamente, viene pubblicata in lingua italiana la norma UNI EN 13306:2018 *Manutenzione - Terminologia di manutenzione*, resasi necessaria per allineare, con gli opportuni aggiornamenti la UNI 10147, che conteneva la terminologia utilizzata in Italia ma non contenuta nella norma europea.

La UNI EN 13306/2018 ha definito la manutenzione come: «combinazione di tutte le azioni tecniche, amministrative e gestionali, previste durante il ciclo di vita di un'entità, destinate a mantenerla o riportarla in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta». La funzione della manutenzione è, quindi, rivolta allo svolgimento di un servizio a vantaggio della produzione. Oggigiorno, attraverso l'opera di diversi Comitati europei come: il CEN/TC 319, il CEN/TC 348 e l'attività nazionale della Commissione UNI/CT 025 Manutenzione, il parco normativo si è notevolmente ampliato. In coerenza, il modello di eccellenza della funzione manutenzione del CEN/TC 319 Maintenance considera la manutenzione costituita da sei sottofunzioni multidisciplinari:

- il management;
- la salute - sicurezza, ambiente;
- le competenze del personale;
- l'organizzazione e il supporto di mezzi e attrezzature;
- l'amministrazione e le forniture di materiali, ricambi, servizi;
- l'ingegneria di manutenzione.

In tutta la sua realtà la manutenzione svolge un ruolo primario per conservare i beni e assicurare un esercizio sostenibile, come tale sicuro, protettivo dell'ambiente ed economicamente competitivo. Oggi c'è una politica sempre più attenta alla manutenzione. È possibile classificare le attività manutentive in due tipi a seconda dello scopo per cui sono eseguite: Manutenzione ordinaria; Manutenzione



straordinaria.

La principale differenza di trattamento fra manutenzione ordinaria e straordinaria sta proprio nella loro natura: la prima comprende la semplice manutenzione correttiva e la manutenzione preventiva minore (limitatamente alle operazioni di routine e di prevenzione del guasto); la seconda comprende tutte le restanti azioni manutentive come la manutenzione migliorativa e la manutenzione preventiva rilevante (quali a esempio revisioni, che in genere aumentano il valore dei sistemi e/o ne prolungano la longevità).

La moderna manutenzione si basa su alcune proprietà che la caratterizzano e la contraddistinguono dai modi di operare, caratteristici di un periodo industriale ormai lontano: il lavoro di manutenzione, una volta veniva associato al singolo evento, oggi è di tipo programmabile. La manutenzione oggi è chiamata a programmare, coordinare e controllare le sue attività in modo che il lavoro svolto da tutta l'impresa sia tecnicamente più completo ed economicamente vantaggioso, per cui, la formazione del personale preposto alle operazioni manutentive assume un ruolo fondamentale nel creare una mentalità adatta ad accettare le nuove procedure informatizzate ed a renderle operative ed efficaci.

Con riferimento alle sopracitate norme

UNI 9910, UNI 10147 e UNI 10306 è possibile distinguere in via preliminare, tre tipologie di macro-categorie di interventi manutentivi:

- *manutenzione correttiva*;
- *manutenzione preventiva* (all'interno di questa, in base alle modalità di determinazione degli intervalli di tempo predeterminati e alla definizione dei criteri prescritti, si possono distinguere almeno tre tecniche manutentive):
 1. manutenzione programmata a statistica
 2. manutenzione programmata dinamica
 3. manutenzione su condizione
- *manutenzione predittiva*.

I criteri di classificazione sopra riportati fanno intendere che la pianificazione degli interventi non può avvenire secondo criteri che fanno prediligere una strategia all'altra, visto che ciascuna politica rappresenta l'alternativa dell'altra. Va evidenziato come alcune tipologie di interventi di manutenzione dovranno essere sempre presenti in un piano di manutenzione realmente efficiente e programmato, poiché l'imprevedibilità del guasto fa sì che esso accada al di fuori di qualsivoglia previsione probabilistica del suo accadimento, determinando la necessità di un intervento manutentivo.

Tra le varie figure operanti in questo settore emerge la figura del responsabile che dovrà risolvere problematiche riguardanti:

- la determinazione delle politiche di manutenzione da utilizzare;
- il dimensionamento delle risorse umane e tecniche in relazione alla politica adottata e alle condizioni dell'ambiente operativo;
- la determinazione delle politiche di approvvigionamento dei ricambi in funzione della loro criticità.

Nel contesto industriale al concetto di utilizzo di un impianto, si associa immediatamente quello della sua manutenzione. *Diagnostica e Manutenzione* sono oggi fondamentali per l'efficienza e la continuità operativa di qualsiasi impianto industriale anche se hanno un forte impatto economico.

Come l'approccio che il management aziendale ha avuto riguardo alla manutenzione, anche le tecniche manutentive sono profondamente cambiate, passando da attività prevalentemente operative e di riparazione del guasto ad un complesso sistema gestionale, orientato, più che altro, alla prevenzione del guasto.

L'azione del tempo e l'utilizzo logorano gli impianti, causando una caduta dell'efficienza tecnica, rispetto a condizioni ottimali, e creando obsolescenza tecnologica. Nell'intero ciclo di vita, occorre effettuare interventi manutentivi rivolti ad assicurare che l'evoluzione del sistema in esame sia coerente con quanto definito durante la sua progettazione.

Parlare genericamente di manutenzione nel settore dei

La manutenzione, se concepita e attuata in modo corretto, costituisce una funzione indispensabile per ogni tipo di sistema produttivo, permettendo di:

- garantire il funzionamento delle macchine nelle condizioni ottimali;
- contribuire ad aumentare l'efficienza del sistema produttivo;
- effettuare le attività con la massima economicità;
- minimizzare le fermate per guasti
- conservare il patrimonio impiantistico industriale per la sua intera vita utile;
- contribuire a garantire la sicurezza delle persone e la tutela ambientale.

trasporti è semplicistico ed oltremodo riduttivo. Infatti nel settore dei trasporti possiamo distinguere due macro categorie:

- a) trasporto collettivo (a sua volta suddiviso in quattro aree principali: aereo, marittimo, su rotaia e su gomma);
- b) grande trasporto industriale su gomma.

Le due categorie, sia pure con notevoli distinzioni per la tipologia del trasporto e le tecnologie dei mezzi impiegati si prestano a considerazioni diversificate. Intanto, l'evoluzione della cultura manutentiva ha significato un momento di distacco da un approccio fondamentalmente basato sull'oggetto dell'attività di manutenzione, verso un altro metodo, più completo e qualificato, orientato verso la strategia che s'intende applicare.

L'obiettivo primario dell'approccio "Fattore Umano" è il miglioramento del livello di affidabilità dell'operatore e più in generale del sistema all'interno del quale il singolo lavoratore opera, tenendo conto della complessità di tutti gli elementi con i quali egli si deve interfacciare.

L'errore umano, inteso come squilibrio tra le componenti del sistema "uomo-macchina-ambiente", provoca un abbassamento dell'affidabilità dell'intero sistema anche se le singole componenti mantengono elevata affidabilità.

La manutenzione degli impianti industriali ha vissuto negli ultimi anni un profondo cambiamento del proprio ruolo strategico all'interno del contesto produttivo, passando da semplice centro di costo che non genera valore aggiunto a un sofisticato e complesso sistema gestionale che ha, come obiettivo l'aumento di disponibilità degli impianti, e più in generale l'incremento dell'efficienza globale del sistema oggetto della manutenzione.

Nel corso degli ultimi decenni, le esigenze organizzative, da parte di imprese e di enti pubblici, per ottenere da un unico partner una serie completa di attività per la manutenzione di stabili e impianti, hanno portato a privilegiare forniture del servizio in *global service*. Il "global service" (di derivazione anglosassone), tra l'altro ben definita nella norma UNI 10685/1998, nasce come figura contrattuale tipica del

Durante la progettazione di un impianto produttivo, una delle fasi fondamentali è quella legata alla valutazione del rischio per la sicurezza e la salute dei lavoratori.

Da questa analisi emergono quali sono le parti più critiche dell'insieme produttivo sia dal punto di vista del funzionamento, sia dalle interferenze che possono provenire dall'esterno e problematiche legate dalla presenza del fattore umano.

settore privato tramite la quale si affidavano a un unico soggetto tutte le operazioni di gestione e manutenzione di rilevanti patrimoni immobiliari.

Ultimamente la manutenzione ha di diritto acquisito una collocazione centrale con funzione corresponsabile al buon esercizio e andamento dell'impresa per merito del ruolo rivestito dall'Ingegneria di Manutenzione. Una funzione aziendale che, grazie a strumenti di analisi sempre più adeguati e all'adozione dei Sistemi Informativi di Manutenzione, ha come scopo la progettazione delle attività manutentive basandosi sulle effettive condizioni di funzionamento degli impianti.

Stiamo vivendo un momento particolare di crisi: il sistema produttivo è vulnerabile; il tasso di crescita è basso; il potere d'acquisto è in caduta; l'innovazione e la ricerca sono da tempo relegate in una posizione di bassissimo ordine. Oggi le esigenze fondamentali che le aziende hanno per ciò che concerne il panorama impiantistico sono: la conservazione del patrimonio; il miglioramento delle prestazioni dei sistemi produttivi e dei servizi; la crescita dell'affidabilità e della disponibilità degli impianti; la riduzione delle probabilità di fermo e la riduzione dei costi imputabili alla manutenzione per la gestione della realtà produttiva aziendale.

Tali conoscenze sono sostanziali per attività di ingegneria di manutenzione, al fine di uniformare le terminologie adottate, gli indicatori prestazionali utilizzati, la definizione delle politiche manutentive, la gestione dei vari processi connessi all'interno dell'azienda e nei confronti delle altre società.

Emerge, anche, una forte concorrenza estera e condizioni di mercato sempre più stringenti per cui le aziende sono costrette ad implementare la propria efficienza e al contempo contenere i costi per continuare ad operare in un mercato sempre più ostico.

Pertanto la manutenzione non è solo ingegneria ma è o deve essere cultura del conservare. La necessità di effettuare una più attenta regolazione della durata, nell'usura del bene, costituisce l'elemento costituito che più accumula la cultura manutentiva e quella della sostenibilità ideologica ed etica.

MATEMATICA, FISICA E PANDEMIA

Riflessioni per un nuovo progresso delle scienze della vita

di GIAMPIERO CASTRICIANO

fu di Pitagora la grande intuizione che la matematica potesse descrivere i fenomeni dell'Universo. Con lui il numero, nato come semplice strumento di conteggio e trasformatosi poi lentamente in qualcosa di più astratto, s'inserisce nella speculazione filosofica assumendo un significato qualitativo e simbolico e ponendosi alla base della stessa origine della natura.

Nei secoli successivi è tutto un susseguirsi di progressi che hanno permesso di superare l'idea di pochi e di molti con l'affermarsi di un'astrazione molto più generale dei numeri. Di essi si fa un uso flessibile tanto da indicare nuovi concetti che condividono soltanto alcuni aspetti essenziali con gli originari numeri naturali. Questa nuova concezione conduce a uno sviluppo della matematica che sarà lento ma inesorabile e permetterà a Leonardo da Vinci di affermare che «Nissuna umana investigazione si può dimandare vera scienza, s'essa non passa per le matematiche dimostrazioni».

Si dovrà tuttavia arrivare fino a Galileo perché la matematica diventi effettivo strumento di indagine quantitativa e qualitativa

nel processo di comprensione dei fenomeni naturali, delle cause che li originano e delle conseguenze che comportano. «La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'Universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intendere la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, e altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto». Con questa profonda convinzione del ruolo della matematica, Galileo inventa il metodo induttivo-sperimentale che inaugurerà la vera indagine scientifica la quale, ancora oggi, non sembra avere valide alternative metodologiche.

Ma la matematica è veramente insostituibile nel campo dell'indagine scientifica e può davvero fornirci un'immagine compiuta dell'Universo e dei suoi fenomeni? Può davvero consentirci di avere spiegazioni soddisfacenti sulle cause che determinano tali fenomeni e soprattutto darci la possibilità di prevedere il loro evolversi? E ancora, qual è il grado di precisione dei risultati? È immaginabile una scienza rigorosa senza l'uso della matematica?

Cominciamo col dire che le regole della matematica non mutano e che pertanto non è vero, contrariamente a quanto alcuni credono, che tali regole possono essere cambiate e che, a seconda di tali cambiamenti, si ottengono risultati diversi. Le regole della matematica non cambiano ma possono cambiare e cambiano, collateralmente e conseguentemente alle nuove necessità di indagine, gli assiomi e i postulati che poi danno origine a nuovi sistemi formalizzati di riferimento.

La geometria euclidea è diversa dalla geometria riemanniana perché diverso è il sistema di riferimento, pur tuttavia, ciascuna nel proprio ambito, elabora teorie e dimostra teoremi che sono del tutto corretti e incontrovertibili.

Esistono poi delle regole, del tutto inventate, come l'unità immaginaria e i numeri complessi, a esempio, il cui unico scopo è quello di effettuare calcoli che non sono permessi con i numeri reali. Anche in questo caso, comunque, si sono esplorati territori sconosciuti con risultati sorprendentemente esatti e applicazioni pratiche straordinarie. A meravigliarsi di questo sono gli stessi scienziati, così come ha scritto Eugene Wigner: «L'enorme utilità della matematica nelle scienze naturali è qualcosa che rasenta il mistero e di cui non esiste alcuna spiegazione razionale. In secondo luogo, è proprio questa inspiegabile utilità dei concetti matematici a sollevare la questione dell'unicità delle teorie fisiche».

Il tema merita approfondimenti che non possono essere



La Peste Nera di Pieter Bruegel

svolti in questa sede. Tuttavia la matematica ha dimostrato spesso di saper andare oltre preconizzando fenomeni sconosciuti che poi si sono rivelati realmente esistenti nei termini e con le modalità previste dal calcolo teorico. Tenuto conto di queste considerazioni, necessariamente sintetiche per ovvie ragioni, è allora appena il caso di chiederci quale sia il grado di attendibilità di quelle “scienze” che non fanno uso della matematica nel loro processo di indagine.

Senza volerci addentrare nel tema della demarcazione epistemologica, appare chiaro come alcuni settori di ricerca non possano essere trattati alla stessa stregua della fisica o della chimica. Tuttavia, lo strumento matematico, soprattutto nell'ultimo mezzo secolo, si è diffuso enormemente in molte discipline seppure talvolta soltanto come accessorio di verifica statistica. Un discorso a parte meritano la biologia e tutti gli altri settori in qualche modo legati alla medicina e al benessere dell'uomo.

Vogliamo qui riferirci alle vicende legate alla pandemia da Covid-19, escludendo dalle nostre considerazioni le incongruenze delle decisioni politiche perché non facenti parte del pensiero scientifico. Quanto è emerso da tali vicende non sempre è stato brillante e positivo per l'immagine della scienza, intesa in senso generale. Non sono mancate le contraddizioni logiche, le opinioni sono state numerosissime, contrastanti e talvolta diametralmente opposte. Ha prevalso spesso l'autoritarismo elitario a svantaggio della prudenza e della disponibilità al dialogo che sono invece essenziali nel processo di crescita della scienza.

Non abbiamo assistito a confronti ma a dichiarazioni dei singoli. Pochi riferimenti a indagini rigorose, a dati certi ma tante interpretazioni personali, del tutto soggettive. Perfino la lettura e l'interpretazione dei dati statistici è stata talvolta travisata se non addirittura ignorata. Corresponsabile di questi comportamenti è stata anche una certa stampa che non ha favorito il confronto e il dibattito.

Ciò che è accaduto non appartiene alla Scienza ed è responsabile di aver spesso determinato un rifiuto da parte di alcuni settori della collettività che si è vista così priva di riferimenti chiari e disorientata da tante teorie, con il risultato di non accogliere favorevolmente neanche i suggerimenti,



anche quando questi fossero giusti e opportuni, per il contenimento dei contagi.

La virologia, l'epidemiologia, la biologia, l'infettivologia e la medicina è ovvio che non sono la stessa cosa della fisica, della chimica o della matematica. Ma siamo proprio sicuri che a queste discipline non si possano applicare metodi di ricerca più rigorosi e magari gli stessi di cui si serve la fisica?

Sono passati oltre due secoli dal 1766 quando il matematico, fisico e medico Daniel Bernoulli elaborò il primo modello matematico per studiare la diffusione del vaiolo. Da allora i modelli matematici hanno fatto grandi passi in avanti ma sono rimasti sempre ancorati a un'indagine statistica e alla manipolazione di dati che emergono nel corso della pandemia. Non sembra che si sia andati molto oltre tali modelli se non in alcuni campi molto specifici, come la biologia molecolare, dove si adottano metodi di analisi probabilistica dei fenomeni.

I modelli matematici sono uno strumento utile per comprendere i dati osservati utilizzando il rigore scientifico. Per definizione, essi sono semplificazioni di fenomeni molto complessi ma ci possono aiutare a comprendere i meccanismi di diffusione delle epidemie all'interno di una popolazione. I sistemi predittivi fino a oggi adottati si sono serviti di dati relativi ad altre pandemie e di quelli via via acquisiti con la progressione della malattia. Peraltro non si evidenziano significativi progressi sul piano dell'elaborazione di nuove teorie per la cura e di nuove strategie per il contenimento dei contagi che non siano quelli legati ai vecchi schemi delle osservazioni empiriche e dei risultati clinici conseguiti durante la pandemia, nonché dei provvedimenti classici come la mascherina, il distanziamento, l'isolamento. È singolare come, invece, progressi significativi siano stati realizzati nello studio di nuovi vaccini.

È da riconoscere che, al di là dei modelli che studiano la diffusione di una pandemia nello spazio e nel tempo, si è notata, complessivamente, una profonda inadeguatezza della matematica a esprimere la complessità dei fenomeni biologici più complessi. Al momento, il contributo delle scienze

matematiche non può in alcun modo essere risolutivo. Tuttavia non è da escludere che sia possibile una sinergia fra la matematica, la fisica e le scienze dove l'indagine sperimentale è indotta prevalentemente da ipotesi euristiche. Se tale sinergia è possibile allora occorre capire in che modo la matematica e la fisica possano contribuire e secondo quali linee logiche questo contributo possa essere sviluppato.

Fisici e i matematici si sono interrogati su questo punto. Shrödinger si chiese che cos'è la "vita" e cercò di dare una risposta a questo interrogativo applicando i metodi della fisica quantistica alle molecole viventi. Scopri che «la molecola vivente è un capolavoro di ordine altamente differenziato e che la vita sembra dipendere da un comportamento ordinato e retto da leggi rigorose della materia, non basato esclusivamente sulla tendenza di questa a passare dall'ordine al disordine, ma basato in parte sulla conservazione dell'ordine esistente». Insomma, mentre la materia inerte tende velocemente ad aumentare il proprio livello di entropia, la materia vivente pare possedere una capacità di resistere a tale naturale tendenza e a produrre ordine da ordine. La vita esiste, infatti, fintanto che la sua materia non raggiunge il livello massimo di entropia corrispondente al momento della morte.

Sembrerà strano ma nel suo piccolo trattato sulla vita Shrödinger affronta, seppure non esplicitamente, anche il problema delle mutazioni del virus che cambia continuamente il proprio codice per non farsi riconoscere! Probabilmente ciò è legato in qualche modo alla teoria dei quanti. Shrödinger conclude che è possibile, seppure difficoltoso, interpretare la vita per mezzo delle leggi ordinarie della fisica e che nella sostanza vivente possano prevalere nuove leggi al momento sconosciute. Egli, interpretando la molecola genetica come un cristallo aperiodico, apre la strada alla scoperta della strut-



tura del DNA e inaugura quel filone di pensiero che condurrà alla nascita della biologia molecolare.

Il metodo induttivo-sperimentale, indissolubilmente legato al linguaggio matematico, ha pertanto iniziato il suo percorso, seppure timidamente, anche in ambiti diversi dalle scienze naturali. Il problema è che l'affermazione di tale metodo nelle scienze che si interessano ai problemi della materia vivente è veramente troppo timida.

Due autorevoli scienziati, Eugene Wigner (premio Nobel per la Fisica) e Leland Hartwell (Premio Nobel per la Fisiologia-Medicina), pervengono alla stessa conclusione sia pure partendo da competenze diverse e secondo percorsi diversi. Infatti, Wigner e Hartwell affermano che quando la matematica cerca di affrontare la descrizione dei sistemi viventi con metodi applicati alla materia inerte, generalmente fallisce. Per contro - e questo deve essere sottolineato - entrambi segnalano la necessità di sviluppare nuove teorie matematiche.

Una riflessione va fatta sull'impostazione della ricerca in quest'ambito e soprattutto sulla formazione di studenti e ricercatori la cui preparazione dovrebbe prevedere una conoscenza molto più approfondita della matematica e della fisica. Una nuova impostazione di tutto il sistema scolastico e universitario insieme a una seria politica di formazione e aggiornamento dei docenti richiede un impegno notevole sia dal punto di vista economico che da quello culturale e politico, ma è l'unica strada che può garantire nuovi sviluppi della scienza e il raggiungimento di risultati più concreti e consistenti. Il tema, ovviamente, merita una riflessione più ampia.

Bibliografia

- FRANCISCO JAVIER M.M. (2019), *En el principio fue el número. La humanidad aprende a contar*, EMSE EDAPP, edizione italiana;
 SHRÖDINGER E. (1995), *Che cos'è la vita?*, Adelphi;
 WIGNER E.P. (1960), *Communications on Pure and Applied Mathematics*;
 WIEGNER, E.P. (2019), *L'irragionevole efficacia della matematica*

- nelle scienze naturali*, Adelphi;
 Hartwell H.L., et. AL. (1999), *From molecular to modular cell biology*, «Nature»;
 BELLOMO N. (2017), *A Quest Towards a Mathematical Theory of Living Systems*, Springer-Birkhauser;
 BATTISTON R. (2020), *La matematica del virus*, Castelvechi.

Leggere la doppia Eneide scritta da Virgilio

di ANTONELLA LIBERATI

Il mito di Turnus (di cui si riporta integralmente in calce il testo) di Giosuè Auletta, cultore italiano dell'Eneide e di tutto quanto sia e è legato alla vita di Publio Virgilio Marone e al territorio è una logica presentazione di quello che, insieme ad altri, è denominato *Ecomuseo Lazio Virgiliano*.

Un museo senza pareti: caratterizzato e individuato nella sua peculiare tettonica, orografia, idrologia imbriferà, lacustre e costiera. Con biotopi ed essenze arboree e una biodiversità di specie presenti nel territorio. Con anche la sua storia e le sue leggende e, purtroppo, con le sue intrusioni antropiche di ogni genere: miopi sia alla bellezza dei luoghi, che alla vita e alla salute di ogni altra creatura.

Partendo dalle vestigia di cicli di antropizzazione precedenti e avendo come nucleo principale il modesto massiccio su cui fu costruita Ardea, città e regno, che ebbe come aiutante, giovane e onesto re Turno, re dei Rutuli.

Enea dopo l'incendio di Troia e le varie soste sulle varie coste italiche del Sud, arrivò anche in Nordafrica, dove venne accolto dalla regina Didone che abbandonò per sbarcare prima a Cuma, poi sulle coste di Laurento e da qui, invidioso di tutto quello che re Turno aveva, sia tangibile che intangibile, fingendosi pio e rispettoso, il noto Enea si comportò spietatamente all'opposto di quanto si è narrato e rinarrato per rovesciare a specchio i ruoli, come è tipico dei paranoici lucidi.

Chi scrive ha il piacere di presentare alcune cose scritte e molte fatte da Giosuè Auletta, come andare nelle scuole per far scoprire ai giovanissimi allievi quale territorio abitino o aspettare il rapido ritorno di tale qualità delle osservazioni in collezioni di immagini fotografiche poi rappresentate artisticamente su fogli con tecniche diverse, allestite in mostre a cui far partecipare il

pubblico. Altra impresa di Giosuè Auletta è il voler collocare in una Piazza di Ardea la statua di Turnus che ha fatto scolpire da un artista del marmo.

Come dice Giosuè Auletta, Turno sta aspettando di tornare a casa.

Nell'edizione on line di questo articolo i lettori potranno trovare anche un riassunto della scrivente a suo tempo elaborato in occasione de *I giorni dell'Eneide*. Al tempo, chi scrive non aveva conoscenza degli scritti di Jean-Yves Maleure ma con alcuni suggerimenti su quali versi in latino riflettere proposti da Giosuè Auletta, si è trovata a scrivere una analisi del VI Libro dell'Eneide già finemente elaborata da Jean-Yves Maleure.

L'articolo qui riportato *Il mito di Turnus* fu presentato da Giosuè Auletta al Convegno in Civitanova Marche l'11 novembre 2016, per i 450 anni dalla morte di Annibal Caro, traduttore dell'Eneide, la cui traduzione (ve ne sono molte, ma diversamente attendibili e aderenti al testo latino virgiliano) è notoria per essere *La bella infedele*.

Il Mito di Turnus.

La voce del vinto nell'Eneide di Virgilio di Giosuè Auletta

Turnus, nell'Eneide di Virgilio, è l'antagonista di Enea. Di Enea e del suo mito, apparentemente sappiamo tutto, mentre del mito di Turnus generalmente si sa poco e nulla. E non ci aiutano a saperne di più storiche traduzioni dell'Eneide come quella di Annibal Caro definita "bella, ma infedele". Il risultato è quello che abbiamo potuto verificare in molte scuole del Lazio virgiliano, nell'area metropolitana tra Roma e Latina, dove abbiamo invitato ad associare a Enea e Turnus questi aggettivi: vecchio/giovane; bello/brutto; cattivo/buono.

Nell'immaginario mitico collettivo Enea è l'eroe giovane, bello e buono, mentre l'indigeno Turnus è vecchio, brutto e cattivo. Turnus, insomma, non gode di buona fama (almeno in Italia) dove effettivamente, in tutti i libri illustrati dell'Eneide per ragazzi, Turnus non è molto simpatico. C'è anche un film hollywoodiano, genere sandaloni degli anni sessanta del secolo scorso, che si intitola *La Leggenda di Enea* nel quale Turnus è odioso e spregevole.

Le cose non cambiano molto per i grandi studiosi del mondo accademico in Italia dove prevale l'interpretazione ideologica di Enea come modello ideale del missionario, del migrante o addirittura dell'imprenditore capace di portare a

termine la sua grande impresa: l'inizio dell'impero romano.

Per fortuna c'è l'Eneide di Virgilio che ci racconta il vero mito di Turnus e quindi anche quello di Enea, come solo i poeti sanno fare, nella seconda parte del suo poema epico, scritto in latino, che è una vera e propria Turneide.

L'Eneide, infatti, è composta da 9.880 versi in lingua latina divisi in 12 capitoli o libri. Il primo lo conoscono quasi tutti: «arma virumque cano troiae qui primus ab oris» e fa riferimento ad Enea. L'ultimo verso dell'Eneide, invece, lo conoscono in pochi e si riferisce a «Turnus: vitaque cum gemitu fugit indignata sub umbras». L'ultima immagine dell'Eneide che da duemila anni disturba la buona fama di Enea, con i suoi interpreti ottimisti (come oggi si definiscono) è quella di Turnus che muore “*indignato*” dopo aver riconosciuto di essere “il vinto”.

Vinto, per Virgilio, non significa perdente perché il poeta, negli ultimi sei libri dell'Eneide ci racconta chi è Turnus, per

quale giusta causa combatte e quali sono le sue ragioni. Virgilio, nel VII libro dell'Eneide, descrive Turnus, il giovane re dei Rutuli di Ardea, come un giovane bellissimo e coraggioso a capo di una coalizione di popoli italici che lottano per difendere la loro terra patria da un esercito di invasori con a capo uno spietato Enea.

Il famoso detto “*la fortuna aiuta gli audaci*” è il grido di battaglia di Turnus quando, nel X libro dell'Eneide, esorta i suoi uomini, che Virgilio ci presenta come una “moltitudine di contadini”, a combattere contro l'invasore Enea (*impius miles*) che sbarca nel Lazio a capo di un esercito etrusco su trenta navi. Virgilio, infatti, ci presenta Turnus come il patriota che invita ognuno a essere “memor”, cioè a lottare per essere degni della loro storia (*magna facta*) e delle loro tradizioni culturali (*patrum laudes*).

Nell'Eneide ci sono due donne straordinarie che si fanno portavoce della giusta causa di Turnus: Giunone e Giuturna. Giunone è una dea attraverso la quale Virgilio può dire cose vere come queste senza tanta retorica: «Ditemi quale Destino o Fato spinge Enea ad aggredire nel Lazio genti pacifiche? È giusto ammazzare, saccheggiare e depredare questa terra con la violenza in nome della pace? Indignum est patria Turnum consistere terra?» (En. Libro X, 75).

Giuturna, l'immortale sorella di Turnus, è passionale e quindi ancora più esplicita quando si rivolge a quelli che dovrebbero stare dalla parte del fratello: «Non vi vergognate di lasciare solo Turnus a lottare per il bene di tutti? Turnus morirà ma continuerà a vivere nel ricordo delle generazioni future. Noi, invece, persa la patria e la libertà saremo costretti a servire questi signori arroganti (*dominis superbis*) se continueremo ad essere così indifferenti e passivi» (En., libro XII, 229-237).

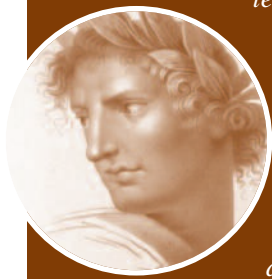
L'Eneide ha un doppio finale che ci fa capire, per chi sa ancora intendere il latino e l'animo di Virgilio, chi è il vero vincitore tra Enea e Turnus. Il primo finale è stabilito dagli dei Giove e Giunone che cercano di fare il possibile per la giustizia sulla Terra. Anche se Turnus è destinato a soccombere ed Enea a dominare il Latium (con il futuro dominio di Roma), gli indigeni latini non saranno Troiani, ma conserveranno la loro lingua, la loro cultura e la loro identità, mentre i “*teuceri*”, scrive testualmente Virgilio, «*commixti corpore tantum subsident*». (En., XII, 835-836).

L'altro finale, quello più inquietante e orribile con il quale si conclude l'Eneide di Virgilio (cosa inaudita per un poema epico) ci mostra il vero volto di Enea facendoci vedere a cosa porta la guerra che in latino si diceva *bellum*, una parola che deriva da *beluis*: le belve cioè le bestie, gli animali feroci. Le ultime parole di Turnus, che giace a terra ferito, sono quelle rivolte a Enea: «Tu sei il Vincitore, io sono il Vinto: non andare oltre con l'odio». Enea ha un momento di esitazione (cioè è ancora in grado di pensare), poi vede addosso a Turnus la cintura che il re dei Rutuli aveva tolto a Pallante e lo uccide senza pietà «*furiis accen-*

“*Mais ce qui les distingue, eux, de tous les autres, c'est le caractère systématique et méthodique qu'ils ont su donner à leur “double écriture”, spéculant consciemment sur l'explosive contradiction entre le sens apparent et le sens caché; explorant toutes les possibilités de la parole et l'amenant jusqu'à l'extrême limite d'elle-même, tout près de ce Silence, de ce Phébus, comme dit*

Virgile, où elle aspire; forçant le lecteur à participer activement au processus de création et l'engageant dans un véritable parcours initiatique semé de pièges et de démenbuches, où il se voit à chaque instant sommer de choisir entre le vrai et le faux, le beau et le laid, le bien et le mal fondant de ce fait un véritable “Art d'Ecrire”, quelque chose d'inconnu jusque là, et de non répertorié, semble-t-il, dans les annales pourtant riches de la littérature universelle”.

Il brano è pubblicato sul sito «Virgil Murder» (L'Assassinio di Virgilio) da Yves Maleuvre, professore di filologia classica, insieme a molti altri suoi articoli.



sus et ira terribilis». (En., XII, 946).

La vita di Turnus “indignata” fugge «sub umbras», cioè nel regno dei morti dove secondo Virgilio dimorano le anime felici dei giusti. (En., libro VI, 660-664). E chi sono i Giusti per un poeta come Virgilio? Innanzitutto quelli «ob patriam pugnando volnera passi», cioè i patrioti come Turnus, poi ci sono i poeti, gli artisti e tutti quelli che hanno lasciato un buon ricordo di sé facendo del bene agli altri.

Conclusione

Mentre Enea infierisce sul corpo di Turnus, facendolo a pezzi, qualcuno potrebbe dire che questa non è l'Eneide che ci hanno insegnato e purtroppo ancora insegnano a scuola (soprattutto in Italia) dove Virgilio è ancora presentato come un poeta al servizio di una ideologia (quella imperiale di Augusto), mentre a Turnus è riservato il ruolo del pretendente mancato alla mano della principessa Lavinia.

Ci sono miti, come quello di Enea, che sono storici e ci sono miti, come quello di Turnus, che sono eterni: si trovano in luoghi sconosciuti, profondi, senza tempo. Qualche volta affiorano in superficie in questa o quella parte del mondo per poi sparire di nuovo come un fiume carsico.

Il mito di Turnus è multiforme, locale/universale e sempre attuale, ma non può esistere senza la coscienza di uomini e

donne, poeti, filosofi e grandi scrittori che sanno raccontare una storia da diversi punti di vista facendo emergere realtà nascoste.

Il mito di Turnus apparve, come un lampo nella notte, più di duemila anni fa quando il poeta Virgilio scrisse l'Eneide. Enea, nel poema virgiliano, è il prototipo del colonista romano, americano, britannico, spagnolo, portoghese, tedesco, francese, belga, russo o italiano mentre Turnus è il prototipo dell'indigeno che nella storia è stato l'indio sudamericano, l'indiano pellerossa, l'aborigeno australiano, o il nero africano.

Quando c'è Enea, cioè lo sradicato che sradica con la violenza del più forte sul debole, c'è sempre Turnus che in origine era rutulo, latino, italico. E c'è sempre un Virgilio che ha il coraggio di raccontare una storia dalla parte dei vinti che hanno sempre le loro ragioni per chi le vuole ascoltare.

La Scuola di Harvard

C'è nel Mondo, a partire dagli anni sessanta del secolo scorso, una ricerca internazionale iniziata con un articolo pubblicato da Adam Parry della Harvard University nel 1963. Il titolo di questo articolo è *Le due voci nell'Eneide di Virgilio*. È nata così quella che si chiama la “scuola di Harvard” nell'interpretazione del poema di Virgilio. L'ecomuseo Lazio Virgiliano partecipa, da tempo, a questa ricerca che coinvolge studiosi di tutto il mondo ideando e organizzando itinerari culturali come nei luoghi raccontati da Virgilio negli ultimi sei libri dell'Eneide come Lavinium e Ardea.

La giusta causa di Turnus, nel territorio dell'area metropolitana immediatamente a sud di Roma Capitale, è ancora attuale e vitale, per la difesa di uno straordinario patrimonio culturale, non solo archeologico ma anche paesaggistico.

Pubblicazioni

Ardea: la storia, i monumenti, il territorio, Roma, 1984. Pubblicazione patrocinata dell'assessorato al turismo della provincia di Roma.

Il Papa, il Brigante, il Sovversivo: la storia della campagna romana prima della bonifica fascista, Roma, 1987, Tipografia Artistica Editrice.

Lavinium, Ardea, Satricum: tre città del Lazio arcaico in collaborazione con docenti dell'università di Roma “La Sapienza”. Roma, 1987. Alla pubblicazione è allegato un documentario video patrocinato dalla provincia di Roma e dai distretti scolastici di Roma, Pomezia, Ardea, Latina.

Torre Astura. natura, storia, archeologia, Roma 1987, Tipografia artistica editrice.

La Città di Enea e la Città di Turno, Inserto di storia locale nel notiziario di Arte e Cultura del Giornale di medicina militare, fase. 2-3, marzo-giugno 1988.

Ardea e Manzù, Roma 1989 (1 edizione), Tipografia artistica editrice. progettazione e redazione di pieghevoli illustrativi di itinerari didattici e turistici: *Progetto Eneide, Ardea antiqua, Manzù in Italia e nel*

Mondo, progetto vie: Ardeatina e Laurentina. Enea Tour: le origini latine di Roma.

Santa Marina: la leggenda, la storia, la tradizione locale, Ardea, 1998.

La Via Ardeatina-Laurentina: l'itinerario delle origini latine di Roma, Roma 1999, Fratelli Palombi Editori.

Lazio latino: la terra santa della latinità, Roma 2001.

Lazio virgiliano: luoghi, paesaggi e contesti delle origini latine di Roma, Data Ufficio Editore, Roma 2004.

Il Crocevia delle Fate: Santa Palomba, l'antica Albunea, System Graphic srl, Roma 2005.

Cercate l'antica madre. Alla scoperta dell'agro pontino, Psiche e aurora editore, 2010.

Ardea: la città dei rutuli. Guida illustrata del territorio e del paesaggio, 2008.

Lavinium: la città dei laurenti. Guida illustrata alla scoperta di Pomezia segreta, 2010.

Aprilia: territorio e paesaggio. Guida illustrata per la promozione di progetti educativi e didattici, 2015.

implosione della popolazione

di ROBERTO VACCA

Per fare previsioni socio-economiche occorrono proiezioni sull'andamento della popolazione nelle regioni considerate e, a largo raggio, nell'intero pianeta. Si tenta di formularle da oltre 2 secoli. Nel suo saggio *A Summary View of the Principle of Population*, (1830), Malthus sostenne che la crescita esponenziale della popolazione era dimostrata dai censimenti americani dal 1790 al 1830: tasso annuale di crescita 3,08% annuo. Se fosse continuata a quel tasso, nel 2018 gli americani sarebbero stati 3,8 miliardi. Erano, invece, 329 milioni. Malthus, poi, assumeva che i dati americani valessero per tutto il mondo.

La popolazione mondiale crebbe molto nel 19° e nel 20° secolo. Era di un miliardo nel 1800. Crebbe ancora di 1 miliardo nei 127 anni seguenti e ancora di 1 miliardo dopo 32, 15, 13, 13, 11 anni (arrivando a 7 miliardi nel 2011). La crescita continua a rallentare ma negli anni 60 e 70 del secolo scorso P. Ehrlich scriveva di "bomba demografica" e il Club di Roma propugnava controllo delle nascite e freni allo sviluppo.

Da anni non si parla più di tragedia della sovrappopolazione, altro che in certe regioni. Taluno, però, ancora sostiene che questo rischio sia uno dei più gravi che corriamo. Opinioni più caute sono suggerite dal fatto che la popolazione mondiale raddoppiò dal 1950 al 2010, ma in quei 60 anni la produzione di alimenti triplicò. Nel 1800 era in povertà estrema l'85% della popolazione mondiale, ma solo il 50% nel 1950 e il 14% nel 2019.

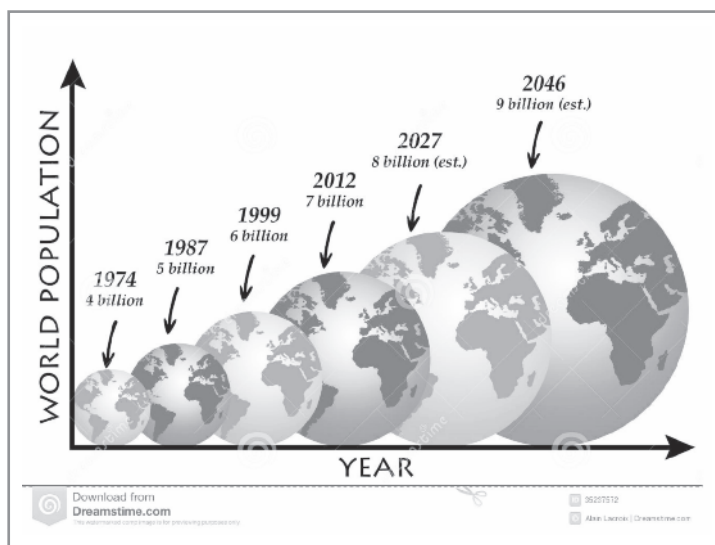
Oggi il tasso di natalità medio nel mondo è di 18,5/anno per ogni 1000 abitanti e il tasso di mortalità è di 7,8/anno per ogni 1000 abitanti. Quindi l'aumento della popolazione è di circa l'1% all'anno. La speranza di vita alla nascita tende ovunque (più o meno rapidamente) verso gli 80 anni - o più.

Considerare tendenze e tassi è interessante, ma non consente di formulare previsioni quantitative affidabili e nemmeno di avanzare ipotesi interessanti.

Natalità, mortalità, fertilità, speranza di

vita, età mediana, tassi di mortalità dovuta a violenza, epidemie, guerre, catastrofi naturali, meteorologia, produzione agricola: sono fattori che influenzano i livelli di popolazione. Interagiscono gli uni con gli altri in modi complessi e poco prevedibili o modellabili. Possiamo cercare di intuire l'andamento della popolazione di certe regioni o del mondo. Però molti tipi di processo di sviluppo o declino si descrivono (producendo proiezioni plausibili e spesso accurate) con le equazioni di Volterra. Esse descrivono l'evoluzione di popolazioni biologiche, epidemie, artifatti umani, etc. e definiscono curve logistiche a S. Tipicamente una popolazione parte da valori minimi e comincia a crescere lentamente. Poi la crescita accelera fino a sembrare esponenziale. Quindi rallenta gradatamente quando entrano in azione fattori limitanti e raggiunge un valore massimo costante A - l'asintoto. Ho definito una procedura analitica e un software con cui individuare asintoto ed equazione della curva logistica che meglio si adatta (con errore standard di pochi per mille) a una serie storica. Usando le statistiche fino al 1970, il massimo della popolazione mondiale risultava di 17,25 miliardi. Coi dati fino al 1994, l'asintoto diminuiva a 13,8 miliardi e con quelli fino al 2018 a 11,07 miliardi. L'analisi sembra confermare che ci avviaamo verso una diminuzione della popolazione mondiale.

I rischi di carestie, guerre o catastrofi che uccidano decine di milioni di persone pare diminuiscano, dati i progressi della scienza e quelli, più lenti, della diplomazia. Resta il rischio massimo di una guerra nucleare scatenata anche per caso. Ricordiamolo e limitiamolo ancora.



Misurato per la prima volta l'effetto Hall anomalo della luce

I ricercatori del Cnr-Nanotec di Lecce hanno dimostrato in un lavoro pubblicato su «Nature» che un fotone devia lateralmente dalla sua traiettoria dovuta alla curvatura topologica della sua dispersione energetica, come se rotolando lungo un pendio sentisse il vento soffiare in direzioni opposte a seconda della sua polarizzazione. È noto che gli elettroni sono trascinati lungo la direzione di un campo elettrico che agisce sulla loro carica, mentre un campo magnetico li devia lateralmente rispetto alla loro traiettoria (effetto Hall).

Nel caso per esempio dei cristalli, però, le proprietà geometriche e più precisamente topologiche delle bande energetiche (bande elettroniche, la gamma di energie e di velocità che un elettrone può assumere all'interno di un materiale) influiscono sul moto stesso degli elettroni, permettendo l'osservazione di effetti altrimenti inspiegabili come l'effetto Hall anomalo, in cui la traiettoria di un elettrone viene deviata lateralmente, come se ci fosse un "campo magnetico artificiale". Tuttavia, la topologia è fondamentale non solo per la dinamica elettronica, ma anche per la propagazione della luce: in strutture fotoniche, molti effetti sono dovuti proprio alla topologia delle bande energetiche dei fotoni.

Ad esempio, sono basati sulla topologia gli isolatori micro-ottici, dispositivi chiave per la realizzazione di circuiti fotonici integrati, e i laser topologici, la cui stabilità è garantita dalla "protezione topologica" dei cosiddetti "edge states".

Ricercatori dell'Istituto di nanotecnologia del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Nanotec) di Lecce, insieme a colleghi dell'Istituto Pascal del

CNRS e della UCA a Clermond Ferrand in Francia e della Princeton University negli Usa, in un lavoro pubblicato su «Nature», hanno dimostrato la prima mappatura diretta della curvatura locale in una banda energetica di particelle ibride di luce e materia, chiamate "polaritoni".

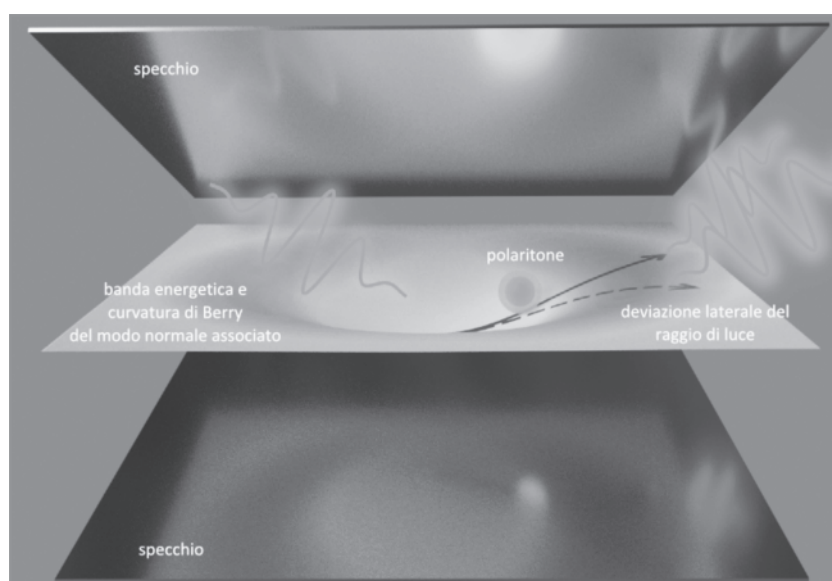
Grazie a questa "curvatura" i ricercatori del Cnr-Nanotec sono riusciti a osservare un drift anomalo (deviazione laterale) paragonabile all'effetto Hall, generato da una proprietà geometrica della banda energetica anziché da un campo magnetico esterno. Questo dimostra l'effetto Hall anomalo nella propagazione di luce invece che di elettroni, generato da un campo magnetico "sintetico" che agisce appunto sui fotoni, particelle globalmente neutre.

«La topologia ha a che fare con la conservazione di grandezze un poco meno familiari dell'energia o della massa -dice Lorenzo Dominici, coautore del lavoro e ricercatore Cnr-Nanotec- Un esempio è la caratteristica di Eulero, che ci dice

cosa hanno in comune un dado e una piramide. La caratteristica condivisa è il numero totale dei vertici e delle facce meno quello degli spigoli. Numero che è pari a due come per ogni altro poliedro chiuso. Questo numero intero si conserva anche se si deforma il poliedro aggiungendo facce fino a renderlo un solido liscio, senza spigoli né vertici, ma in tal caso per calcolarlo si deve considerare la curvatura precisa in ogni punto della superficie».

L'esistenza di proprietà geometriche invarianti per piccole deformazioni arricchisce l'idea di un Universo geometrico, concepita da Einstein quasi un secolo fa e la topologia rappresenta un campo di ricerca della matematica moderna sviluppatosi a partire dalla connessione tra le proprietà topologiche delle bande energetiche e le proprietà macroscopiche di conduzione elettrica dei solidi.

«Queste proprietà topologiche possono sembrare astrazioni, tuttavia sono un campo di grande interesse per i fisici -aggiunge Dario



Il fascio di luce incidente è convertito in un fascio interno di polaritoni che è deviato dalla curvatura geometrica nello spazio delle bande energetiche del sistema, prima di essere riemesso come fotoni. Questa deviazione è simile a quella causata dal campo magnetico su elettroni in movimento, pur avendo i polaritoni carica elettrica totale nulla.

Ballarini, altro coautore e ricercatore Cnr-Nanotec- Per esempio i fisici agli albori della quantistica avevano capito che i livelli energetici degli atomi sono discretizzati perché il numero di giravolte su sé stesso che l'elettrone deve fare mentre gira intorno al nucleo deve essere intero». «Abbiamo studiato un fluido ibrido composto da elettroni e fotoni intrappolato tra due specchi altamente riflettenti - proseguono Guillaume Malpuech e Dmitry Solnyshkov, i coautori dell'Istituto Pascal- Come avevamo previsto teoricamente alcuni anni fa, combinando le asimmetrie interne della struttura con quelle indotte da un campo magnetico esterno che agisce sulle bande elettroniche del materiale, i colleghi di Lecce hanno potuto osservare l'emergere della curvatura detta "di Berry" in uno spazio delle velocità, ovvero in una zona circolare sulla banda energetica di questo fluido. Grazie alla generazione e rilevazione ottica di queste particelle di luce si è ottenuta la prima mappatura diretta di tale curvatura ed è stata sperimentalmente osservata la deviazione anomala delle particelle accelerate nel dispositivo». «Questi risultati sono stati raggiunti grazie a una piattaforma di 'luce liquida' che combina le alte interazioni degli elettroni con l'alta coerenza e facile controllo della luce -conclude Daniele Sanvitto, coordinatore del gruppo sperimentale- Tali fluidi di luce ci hanno già permesso di studiare interessanti fenomenologie dei fluidi quantici come i condensati di Bose Einstein, che hanno mostrato la formazione di un superfluido a temperatura ambiente, capace di oltrepassare ostacoli senza attrito, la comparsa di vortici quantici e di X-waves. Oltre che per la computazione ottica o per le reti neurali del futuro, tali osservazioni aprono ampie prospettive per la fisica topologica e l'opportunità di unire la topologia con la nonlinearietà al fine di simulare fenomeni impossibili da osservare direttamente in altri campi, come la cosmologia o la fisica delle alte energie».

“Ascoltato” il fonone, la porzione più piccola esistente in acustica

Misurato il rumore elettronico del fonone, ovvero il “quanto di suono” emesso da un singolo elettrone quando, dentro a un nanotransistore, entra nell'orbita di un atomo “drogante”. Lo studio pubblicato sulla rivista «Applied Physics Express»

Un team di ricercatori dell'Istituto di fotonica e nanotecnologie del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Ifn) di Milano, del Dipartimento di Fisica dell'Università di Milano e del Politecnico di Milano, coordinati da Enrico Prati del Cnr-Ifn, ha potuto osservare, o meglio “ascoltare”, grazie a un esperimento condotto presso il laboratorio I3N del Politecnico milanese, il fonone, ovvero il “quanto di suono” emesso da un singolo elettrone. Il risultato, pubblicato sulla rivista «Applied Physics Express», è stato ottenuto misurando il rumore elettronico prodotto da un elettrone, appartenente a una corrente che attraversa un nanotransistore di silicio, nel momento in cui entra temporaneamente nell'orbita di un atomo incastonato a metà strada tra i contatti elettrici di alimentazione, distanti solo 100 nanometri, corrispondenti a un decimo di millimetro.

«In passato avevamo già osservato effetti dovuti a queste orbite -spiega Enrico Prati- denominate ‘stati quantistici’, in nanostrutture di silicio nelle quali inserivamo un atomo capace di aggiungere un elettrone in più, chiamato che per questo motivo ‘drogante’. In questo caso siamo andati oltre: il nanotransistore, prodotto con tecnologia commerciale dall'azienda LFoundry di Avezzano, è stato raffreddato a circa -269 °C, per la precisione a 4,2 gradi sopra lo zero assoluto, e grazie alla sensibilità dello strumento messo a punto dal team di Giorgio Ferrari del Politecnico di Milano, abbiamo potuto misurare l'emissione di singoli quanti di suono, i fononi, emessi quando l'elettrone passa attraverso l'orbita - o ‘stato quantistico’ - reso disponibile dall'atomo ‘drogante’. In sintesi -

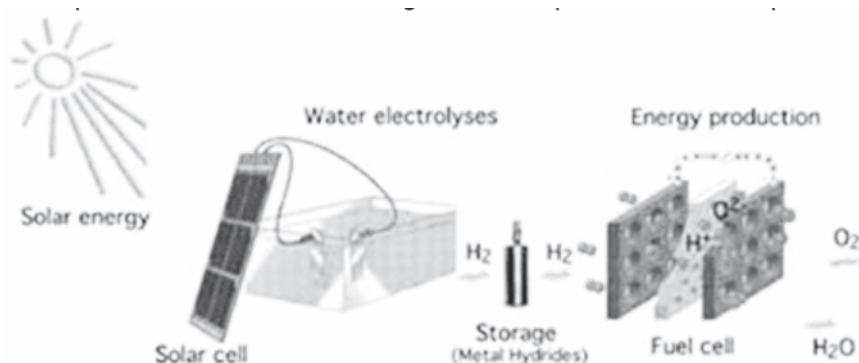
riassume Prati- il quanto di suono di un solo elettrone».

Le ricadute della misurazione di un simile effetto potranno riguardare la precisione di esecuzione di alcune misure nella fisica dello stato solido e, in particolare, la spettroscopia mediante i diagrammi di stabilità. «Ma questo esperimento ha un valore che va al di là dei possibili sviluppi futuri -suggerisce il ricercatore del Cnr-Ifn- un valore che riguarda l'estetica della natura ultima della materia e il fatto di aver raggiunto un risultato estremo: abbiamo mostrato la capacità di osservare a un livello di precisione non ulteriormente perfezionabile, perché in acustica non si può misurare ‘meno di così’. È stato un po' come nella celebre storia Zen del giovane discepolo che, ispirato dal suo maestro, raggiunse l'illuminazione dopo aver cercato il suono prodotto da una sola mano».

La chimica di base dell'elettrolisi dell'acqua

Il passaggio a un'economia basata su fonti di energia rinnovabile richiede l'utilizzo di metodi elettrochimici per convertire l'energia elettrica in energia chimica e in materie prime. Un gruppo di ricercatori del Politecnico di Berlino, del Politecnico di Zurigo, dell'Istituto officina dei materiali del Consiglio nazionale delle ricerche di Trieste e guidato dall'Istituto Fritz Haber di Berlino ha scoperto il meccanismo di reazione di uno dei colli di bottiglia di questi processi, la reazione di evoluzione di ossigeno. Lo studio è pubblicato su «Nature»

Uno dei tasselli fondamentali nella transizione a un'economia basata su fonti energetiche rinnovabili è lo sviluppo di nuovi materiali per l'evoluzione elettrocatalitica dell'ossigeno, momento cruciale nell'elettrolisi dell'acqua. L'elettrolisi è un processo che utilizza energia elettrica per scindere l'acqua nei suoi elementi costitutivi, ossigeno e idrogeno, tramite reazioni chimiche. Queste reazioni avvengono sulla superficie dei catalizzatori, elementi che si usano per accelerare o favorire una reazione chimica. In uno studio



pubblicato su «Nature», il gruppo composto da ricercatori dell'Istituto officina dei materiali del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Iom), con sede in Area Science Park, Politecnico di Berlino, Politecnico di Zurigo e Istituto Fritz Haber di Berlino, spiega il funzionamento di una delle migliori classi di catalizzatori per la reazione di evoluzione dell'ossigeno: gli ossidi di iridio.

«L'importanza dell'elettrocatalisi dell'ossigeno si spiega in riferimento al problema dell'immagazzinamento delle rinnovabili. Infatti, soprattutto per le energie non programmabili, come il solare e l'eolico, il problema dello stoccaggio diventa determinante, per assorbire le fluttuazioni di potenza e per garantire un approvvigionamento energetico affidabile. La strategia è, dunque, quella di convertire l'energia elettrica in combustibili chimici tramite l'utilizzo di protoni ed elettroni prodotti con l'elettrolisi dell'acqua -spiega Simone Piccinin del Cnr-Iom- Questo metodo è uno dei più promettenti per lo stoccaggio delle rinnovabili non programmabili, perché risulta molto flessibile, dal momento che i combustibili possono essere utilizzati quando e dove servono». Un ostacolo a questo approccio è, però, l'identificazione di elettrocatalizzatori per l'ossidazione dell'acqua a ossigeno molecolare, ovvero la reazione che fornisce i protoni e gli elettroni necessari per produrre tali combustibili. «Nel tentativo di sviluppare nuovi elettrocatalizzatori, gli esperti nel campo hanno da sempre pensato che la reazione elettrocatalitica di evoluzione dell'ossigeno potesse essere spiegata usando una teoria

ben nota, sviluppata decenni fa - prosegue il ricercatore del Cnr-Iom- Il nostro gruppo ha deciso di testare queste assunzioni e, sorprendentemente, ha scoperto che la reazione di evoluzione dell'ossigeno è in realtà più simile alla tradizionale catalisi termica di quanto si ritenesse. Questo consente, per la prima volta, di applicare strumenti e concetti sviluppati per descrivere la catalisi termica tradizionale anche alla catalisi elettrochimica».

«Per migliorare gli elettrocatalizzatori è importante capire la scienza fondamentale che sta alla loro base. Ci era sempre più chiaro che la descrizione tradizionale di ciò che muove le reazioni elettrocatalitiche è incompleta -spiega Peter Strasser del Politecnico di Berlino- I ricercatori di solito assumono che la reazione di evoluzione dell'ossigeno sia controllata direttamente dall'azione del potenziale elettrico sulla coordinata di reazione. Questo è uno scenario molto diverso dalla catalisi termica, dove la creazione e rottura di legami chimici controlla la velocità di reazione attraverso la chimica di superficie».

«Dal nostro lavoro emerge invece che il ruolo del potenziale è quello di ossidare la superficie e che l'accumulo della carica indotto da questa ossidazione controlla la velocità di reazione, in modo analogo alla catalisi termica» aggiunge Detre Teschner dell'Istituto Fritz Haber. «Questi studi ci hanno fatto capire che la reazione è controllata dalla chimica di superficie, a dispetto di quanto si credesse. Sviluppando un metodo di laboratorio in grado di quantificare l'accumulo di carica e usando simulazioni teoriche con tecniche di

meccanica quantistica, il nostro gruppo è riuscito a studiare diversi materiali e ha trovato che tutti mostravano lo stesso comportamento» conclude Piccinin.

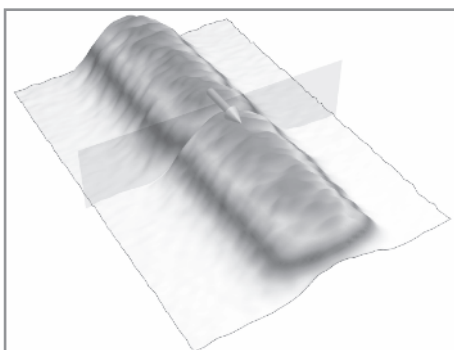
Osservate supercorrenti atomiche che scorrono senza resistenza

In un esperimento all'Istituto nazionale di ottica del Cnr è stata esplorata, per la prima volta in un gas atomico di fermioni ultrafreddi, la connessione fondamentale tra la supercorrente che attraversa una sottile barriera isolante per effetto tunnel quantistico e la fase della funzione d'onda di un superfluido. Le misure hanno permesso di svelare alcune delle proprietà fondamentali rimaste finora sconosciute a causa delle forti correlazioni quantistiche tra le particelle. I risultati della ricerca sono stati pubblicati sulla rivista «Science»

Come insegna l'esperienza quotidiana, un fluido non può passare da un recipiente a un altro attraversando la parete frapposta ai due. Sorprendentemente, tuttavia, la meccanica quantistica lo consente, a condizione però che la parete tra i due contenitori sia sufficientemente sottile. L'effetto tunnel quantistico permette infatti alle particelle di fluire tra due contenitori, persino in assenza di resistenza nel caso dei superfluidi, stati della materia capaci di scorrere senza dissipare energia.

In un articolo apparso sulla rivista «Science», un gruppo di ricercatori dell'Istituto nazionale di ottica del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Io) e del Laboratorio Europeo di Spettroscopie Non-lineari (LENS) di Sesto Fiorentino, guidati da Giacomo Roati e Francesco Scazza, hanno osservato l'insorgere di correnti senza resistenza tra due gas di Fermi nella fase superfluida, separati da una sottile parete creata tramite luce laser.

«Queste supercorrenti atomiche scorrono attraverso la parete sostenute solamente dalla differenza di fase relativa tra le funzioni d'onda quantistiche dei due gas superfluidi. Il fenomeno è noto come effetto Josephson-dc ed è una



La figura mostra un'immagine sperimentale della densità dei due superfluidi atomici separati da una parete isolante. La loro natura quantistica ondulatoria consente alle particelle di passare da un lato all'altro senza resistenza

delle manifestazioni più paradigmatiche della coerenza di fase quantistica a livello macroscopico. È estremamente importante anche per le sue applicazioni: è infatti alla base del funzionamento di molti moderni dispositivi interferometrici, che utilizzano giunzioni tra metalli superconduttori -afferma Giacomo Roati del Cnr-Ino- Mentre la resistenza nei metalli ordinari rende la corrente di elettroni proporzionale al voltaggio applicato, definendo la relazione nota come Legge di Ohm, la supercorrente scorre senza resistenza come conseguenza della coerenza di fase dello stato superfluido, nel quale le particelle si muovono all'unisono, condividendo la stessa funzione d'onda macroscopica. In questo caso, la corrente ha una dipendenza sinusoidale dalla differenza di fase tra i due superfluidi, che rappresenta quindi un analogo quantistico del voltaggio».

Questo sorprendente fenomeno fu predetto dal fisico britannico Brian Josephson nel 1962 e gli valse il premio Nobel per la Fisica nel 1973. Come sostenne lo scienziato americano Phil Anderson, l'effetto Josephson rappresenta lo strumento per antonomasia per estrarre informazioni essenziali sulla natura della funzione d'onda quantistica (il cosiddetto parametro d'ordine), che descrive ogni stato superfluido.

«Nel nostro esperimento, creiamo gas atomici superfluidi che hanno la caratteristica eccezionale di presentare forti correlazioni quantistiche tra le particelle - commenta Francesco Scazza del Cnr-Ino- Iniettando una corrente atomica controllata attraverso una

barriera di luce posta nel gas, misuriamo il valore massimo per cui la resistenza è nulla, ricavando una delle proprietà fondamentali dello stato superfluido gas, ossia il numero di atomi che occupano lo stato quantistico fondamentale. Questa caratteristica, detta frazione condensata, era finora rimasta inaccessibile proprio a causa delle forti correlazioni tra gli atomi». «La comprensione ed il controllo dei fenomeni di coerenza quantistica nel trasporto di carica ed energia costituiscono una delle importanti sfide per le moderne scienze, e possono essere considerate la spina dorsale della nuova era delle tecnologie quantistiche. Il nostro lavoro è un importante esempio di come gli studi sui campioni atomici ultrafreddi possano contribuire alla comprensione dei meccanismi più elementari del trasporto quantistico, con dirette analogie ai sistemi elettronici», conclude Roati.

Nanotecnologie fotoniche per la sensoristica e diagnostica biomedica

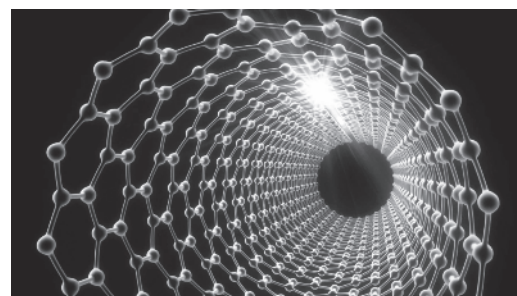
Ricercatori del gruppo di Nanofotonica dell'Istituto di scienze applicate e sistemi intelligenti del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Isasi), in collaborazione con l'Istituto di biochimica e biologia cellulare (Cnr-Ibbc) e la Molecular Foundry (Lawrence Berkeley National Laboratory, USA), hanno mostrato che sfruttando queste tecnologie è possibile manipolare e confinare la luce su dimensioni del miliardesimo di metro, consentendo di misurare e visualizzare con una precisione incredibilmente elevata le caratteristiche ottiche di qualsiasi campione con cui entri in contatto. Lo studio è stato pubblicato sulla rivista «ACS Nano»

La nuova frontiera nel campo di ricerca della sensoristica e diagnostica punta sulla possibilità di manipolare e confinare la luce su dimensioni del miliardesimo di metro, dove particolari fenomeni di risonanza ereditati dalla meccanica quantistica possono aprire scenari inesplorati anche in sistemi di comune utilizzo che possono essere applicati in campo biomedico. In particolare, i ricercatori del gruppo

di Nanofotonica dell'Istituto di scienze applicate e sistemi intelligenti del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Isasi), in collaborazione con l'Istituto di biochimica e biologia cellulare (Cnr-Ibbc) e la Molecular Foundry (Lawrence Berkeley National Laboratory, USA), hanno sviluppato una nuova tecnica per manipolare e confinare la luce su una superficie nano-strutturata e periodica (definita "cristallo fotonico") che consente di misurare e visualizzare con una precisione incredibilmente elevata le caratteristiche ottiche di qualsiasi campione con cui entri in contatto, fornendo un'immagine ricca di informazioni non ottenibili con le tecnologie attuali. Lo studio è stato pubblicato sulla rivista «ACS Nano».

«La nuova tecnica, applicata all'identificazione e visualizzazione diretta di cellule tumorali, può rappresentare una svolta anche nello studio delle patologie oncologiche e in generale nel campo della diagnostica medica. L'innovazione sta nell'impiego di un particolare fenomeno, inizialmente teorizzato per la meccanica quantistica degli elettroni e poi traslato in molti ambiti della fisica, dal suono ai fluidi, e infine alla luce, fenomeno che prende il nome di Stato legato nel continuo (BIC, Bound State in the Continuum) -afferma Gianluigi Zito (Cnr-Isasi), ideatore del lavoro, che aggiunge- Il fenomeno dei BIC consente di accumulare i fotoni, i quanti dell'energia della luce, in una specifica posizione anche se non vi sono reali barriere fisiche a contenerli».

«La luce emessa dalle molecole fluorescenti, alla base del nanosensore, può essere confinata e amplificata dalla nanostruttura e alterata in maniera specifica dalla presenza del campione da identificare. Dalla misura amplificata dell'indice di rifrazione



puntuale del campione analizzato, è possibile rivelare e mappare in maniera puntuale la superficie della cellula tumorale o eventualmente altro materiale biologico», prosegue Silvia Romano (Cnr-Isasi).

«Gli stati legati nel continuo offrono lo spunto per enormi innovazioni nel campo della fisica, e in questo caso abbiamo raggiunto un risultato raffinato grazie alla coesistenza di due BIC con proprietà ottiche uniche, con una opportuna configurazione che ne consentisse l'applicazione nel campo della microscopia correlativa avanzata. Riuscire ad applicare questa tecnica su vari tipi cellulari e su vasta scala potrebbe fornire un nuovo strumento diagnostico per identificare cellule tumorali.

Applicare metodologie basate sulla più moderna ricerca nel campo della nanofotonica può davvero fare la differenza consentendo un passo avanti significativo anche e soprattutto nella diagnostica precoce mediante la microscopia correlativa» aggiunge Vito Mocella che coordina il gruppo di nanofotonica del Cnr-Isasi. «Infatti, grazie alla particolare tipologia della nanostruttura il meccanismo di lettura avviene su larga area senza limitazioni tecniche tipiche di altre nanocavità a cristallo fotonico -conclude Zito- Questo dà la possibilità di acquisire una vera e propria immagine spaziale del campione da poter correlare con altre informazioni morfologiche dello stesso, come in microscopia. In particolare, nel lavoro questo viene dimostrato su cellule tumorali della prostata. In prospettiva, altri lavori ci consentiranno di dimostrare la versatilità di questa applicazione in molti altri campi della ricerca scientifica».

Il calore profondo della Sicilia: elevato, ma non ovunque

Rilevato sotto l'isola un rapido ed esteso ispessimento crostale, generato dalla collisione della placca africana con quella europea, e una notevole variabilità dell'assetto termico, con conseguente ricaduta sulla potenzialità di utilizzo della fonte geotermica regionale. A svelarlo

uno studio coordinato dall'Istituto di scienze marine del Cnr di Napoli, in collaborazione con il Cnr-Igg di Firenze e l'Università di Napoli Federico II, pubblicato su «Scientific Reports»

Una lotta incessante avviene nel Mediterraneo centrale, dove il bacino ionico lentamente si riduce sprofondando verso gli strati più bassi della litosfera spinto dalla placca africana al di sotto della crosta europea. Questa struttura geologica, che funziona come un vero e proprio rullo compressore, trasporta in superficie blocchi crostali che si scontrano e si sollevano formando la Sicilia. Un modello tridimensionale mostra ora le principali strutture della crosta superficiale e profonda dell'isola, svelando i processi che hanno portato alla sua formazione, e mostra le notevoli variazioni di temperatura del sottosuolo: a una calda regione orientale, interessata da diffuse attività vulcaniche e magmatiche, si contrappone una crosta fredda e profonda nella restante parte. Lo studio *Crustal structure of Sicily from modelling of gravity and magnetic anomalies*, condotto da un team di ricercatori degli istituti di Scienze marine di Napoli (Ismar) e di Geoscienze e georisorse di Firenze (Igg) del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr) e dal Dipartimento di scienze della terra, dell'ambiente e delle risorse dell'Università di Napoli Federico II, è stato pubblicato su «Scientific Reports», un giornale di «Nature Research».

«Il modello tridimensionale completo ha messo in evidenza l'esistenza di un'estesa area di ispessimento della crosta terrestre al di sotto del bacino di Caltanissetta (Sicilia centrale), ovvero in coincidenza con la regione interessata dalla convergenza tra la placca europea e la parte settentrionale della placca africana -spiega Maurizio Milano, ricercatore Cnr-Ismar- Lo studio approfondito del campo magnetico, inoltre, ha reso possibile valutare in dettaglio l'estrema variabilità delle proprietà termiche del sottosuolo ed è stata prodotta per la prima volta una mappa dell'isoterma di Curie, ovvero la profondità associata a una temperatura di 580°C, oltre la quale le rocce si smagnetizzano. Questa

profondità varia da circa 19 km nella regione orientale fino a un massimo di 35 km nel bacino di Caltanissetta».

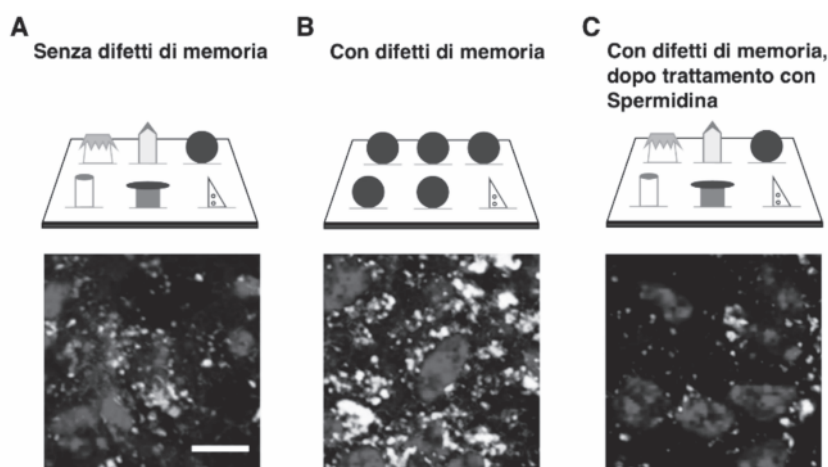
Attraverso uno studio multidisciplinare, che integra l'analisi di dati magnetometrici e gravimetrici e l'utilizzo di innovative tecniche di inversione e analisi spettrale, è stato possibile identificare le grandi e profonde strutture che delimitano i principali settori della crosta terrestre. L'analisi di tutti i dati raccolti ha permesso di proporre un nuovo modello geologico che conferma la complessa architettura della Sicilia e contribuisce a estendere la conoscenza del nostro territorio laddove alcune informazioni erano disponibili solo a scala locale.

«Grazie a questi risultati si è dato un notevole contributo all'avanzamento delle conoscenze della crosta superficiale e profonda della Sicilia -spiega Marina Iorio del Cnr-Ismar e coordinatrice della ricerca- In futuro questo lavoro avrà importanti implicazioni per svelare come si formano le catene montuose e indagare comportamenti geotermici profondi in scenari geologici simili diffusi ampiamente sulla Terra, fornendo così anche nuovi contributi alla valutazione e all'utilizzo sostenibile delle risorse geotermiche».

La molecola che ripulisce gli ingranaggi della memoria

Ricercatori dell'Istituto di biochimica e biologia cellulare del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Ibhc) di Monterotondo, hanno dimostrato che la Spermidina, una sostanza presente naturalmente in molti cibi, è in grado di correggere i difetti di memoria, rimettendo in moto i neuroni, in soggetti di mezza età predisposti al declino cognitivo grazie alla sua azione di "pulizia" degli aggregati proteici tossici accumulati nel cervello. Lo studio è pubblicato sulla rivista «Aging Cell»

Un team di ricerca dell'Istituto di biochimica e biologia cellulare del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Ibhc) e del Telethon institute of genetics and medicine (Tigem) coordinato da Elvira De Leonibus, in uno studio pubblicato sulla rivista



«Aging Cell», descrive uno dei possibili meccanismi attraverso cui la Spermidina, in soggetti di mezza età predisposti al declino cognitivo, ripristina la memoria nell'invecchiamento grazie alla sua azione di "pulizia" degli aggregati proteici tossici accumulati nel cervello. La Spermidina è una poliammina in grado di favorire la longevità attraverso un'azione protettiva sul sistema cardiaco ed è stata anche testata sulla neurodegenerazione nella drosophila, il moscerino della frutta.

«Non tutti gli individui mostrano una riduzione delle capacità mnemoniche con l'avanzare dell'età, ma quelli che la mostrano lo fanno molto precocemente e, in genere, i sintomi di declino mentale si associano all'accumulo, nei neuroni, di aggregati proteici di alfa-sinucleina e di beta amiloide che possono arrivare a formare delle fibrille - o dei filamenti - potenzialmente tossici per le cellule» - spiega De Leonibus - In una cellula giovane questi aggregati, considerati scarti cellulari, sono racchiusi all'interno di una vescicola (autofagosoma) che si occupa di traghettarli nel lisosoma, un organello che li scompone e ne ricicla i costituenti lì dove possibile. Con l'invecchiamento gli aggregati aumentano e la capacità degradativa dei lisosomi si riduce».

Studi recenti hanno messo in evidenza che la Spermidina, naturalmente presente in molti cibi, stimola l'autofagia, il processo di pulizia interna delle cellule, e quindi ne migliora le capacità degradative. «Il nostro laboratorio si occupa di identificare i meccanismi precoci che precedono lo sviluppo della

demenza nei modelli animali - spiega De Leonibus che ha condotto la ricerca insieme a Giulia Torromino (post-doc Cnr-Ibhc) e Maria De Risi (post-doc Cnr-Ibhc e Tigem) - Per identificare i soggetti di mezza età con una memoria vulnerabile, abbiamo utilizzato un test di memoria in cui si potesse manipolare la quantità di informazioni da ricordare (il numero di oggetti), in modo da rendere il compito più difficile e sfidante. Questo ha permesso di separare soggetti della stessa età in grado di ricordare fino a 6 oggetti diversi da quelli in grado di ricordarne al massimo 2. Nei soggetti di mezza età che falliscono il compito di ricordare 6 oggetti diversi, i lisosomi dei neuroni sono ingrossati e 'ingolfati' di aggregati di alfa-sinucleina nell'ippocampo, una particolare regione del cervello che è cruciale per la memoria». «Questo ingolfamento dei lisosomi - continua De Leonibus - è accompagnato da un difetto nell'attivare quei processi di comunicazione tra neuroni che sono necessari nei giovani per formare nuove memorie e che sono mediati dalle sinapsi attraverso il recettore del glutammato, AMPA. Questi processi risultano invece inalterati nei soggetti giovani, o in quelli invecchiati ma con memoria intatta. Lo studio ha dimostrato che un trattamento di un mese con la Spermidina stimola l'espressione del fattore di trascrizione TFEB (scoperto nel laboratorio di Andrea Ballabio al Tigem) che controlla i geni responsabili della degradazione per autofagia e favorisce in tal modo la pulizia della cellula dagli aggregati di alfa-sinucleina e di beta

amiloide. Una volta liberata la cellula da questi aggregati, si osserva che la comunicazione sinaptica, attraverso il recettore AMPA, viene ripristinata in modo che la memoria possa funzionare anche in condizioni di elevato carico di informazioni nei soggetti che presentavano il difetto. Continueremo a studiare gli effetti della Spermidina nelle malattie neurodegenerative, da sola e in combinazione con altri trattamenti, e cercheremo di verificare se un arricchimento della dieta possa essere sufficiente per prevenire l'insorgenza della demenza».

Lo studio è il risultato di un lavoro costruito con un network di collaboratori italiani (Università la Sapienza di Roma, Università di Milano, Fondazione Santa Lucia, oltre al Cnr e al Tigem) e internazionali (Université Paris Descartes-Sorbonne) ed è stato supportato da un finanziamento assegnato a Elvira De Leonibus dall'Associazione Americana per l'Alzheimer e dal progetto "Invecchiamento" (gestito dal Cnr per conto del Miur).

Le nanotecnologie che permettono di ascoltare il dialogo tra le cellule a stella del cervello

Una ricerca coordinata dal Cnr-Isof in collaborazione con il Cnr-Imm dimostra che, sebbene siano "non eccitabili", gli astrociti hanno una propria attività bioelettrica di eccitazione e comunicazione.

Pubblicato su «Advanced Biosystems» lo studio presenta possibili applicazioni nanotecnologiche per la cura di patologie come epilessia e ictus

Il cervello umano, che molti di noi pensano essere costituito solo da neuroni, è in realtà per la maggior parte formato da cellule, dette gliali, così dette perché al tempo della loro scoperta si riteneva fossero un mero "riempitivo" tra i neuroni. Gli studi degli ultimi 40 anni stanno dimostrando che questa visione neuro-centrica è ormai sorpassata e che gli astrociti, cellule gliali a forma di stella, hanno un ruolo centrale nella struttura del cervello e in funzioni come memoria e

apprendimento.

Un lavoro pubblicato sulla rivista «Advanced Biosystems» e coordinato da Valentina Benfenati dell'Istituto per la sintesi organica e fotoreattività del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Isf), in collaborazione con Annalisa Convertino e Luca Maiolo dell'Istituto per la microelettronica e microsistemi, del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Imm) dimostra che, sebbene siano "non eccitabili", gli astrociti hanno una propria attività bioelettrica di eccitazione e comunicazione che però non è il "classico" impulso nervoso, bensì delle piccole e lente variazioni di segnale locale, dell'ordine di milionesimi di Volt o miliardesimi di Ampere e delle centinaia di millisecondi.

«In laboratorio (in vitro) abbiamo scoperto che nel cervello umano gli astrociti comunicano tra loro tramite onde di potenziale lente, sinora attribuite esclusivamente ai neuroni. In realtà, non era stato possibile registrarle a causa dei limiti delle neurotecnologie attualmente disponibili -spiega Valentina Benfenati- Nei precedenti studi invece le metodologie utilizzate consentivano di ottenere e crescere solo cellule con una morfologia molto diversa da quella articolata a stella degli astrociti, necessaria perché gli astrociti possano funzionare correttamente. Pertanto, molte informazioni fondamentali sperimentale non erano disponibili a chi studia gli astrociti in vitro. Inoltre, essendo i segnali degli astrociti così piccoli e lenti, era necessario ingegnerizzare e sviluppare elettrodi di forma e dimensione adatta (nano-micrometrica) e sistemi di registrazione sviluppati ad-hoc». «Nel nostro lavoro abbiamo vinto questa sfida grazie all'uso di una foresta di nanofili di silicio ricoperti

di oro -prosegue Annalisa Convertino- Le proprietà di queste nanostrutture consentono di differenziare gli astrociti e avere un accoppiamento elettrodo-cellula molto efficiente». «La combinazione di queste proprietà rende insomma la nostra matrice di microelettrodi un sistema di registrazione ideale -aggiunge Luca Maiolo- Gli astrociti cresciuti sui nanofili di silicio esprimono una morfologia e proprietà molecolari e funzionali più simili a quelle espresse in vivo».

Lo studio dei segnali extracellulari nel cervello è importante per capire il rapporto tra struttura e funzione. «Applicando protocolli che mimano condizioni di patologie come l'epilessia, per esempio, l'intensità di queste onde lente astrogliali aumenta solo a determinate frequenze. Un'informazione potenzialmente utile dal punto di vista applicativo in patologie come epilessia e ictus, dove è noto che l'alterazione dell'attività elettrica degli astrociti è coinvolta ma i meccanismi alla base di questa disfunzione non sono assolutamente chiari. Il lavoro apre una nuova visione, ovvero che gli astrociti contribuiscano attivamente all'attività bioelettrica cerebrale globale -riporta Benfenati- Stiamo cercando di validare i risultati in vivo, per verificare se questa onda lenta di comunicazione bioelettrica degli astrociti abbia un ruolo anche in processi di comunicazione cerebrale legati alla formazione della memoria o all'apprendimento».

«Il lavoro apre la strada all'utilizzo di nanotecnologie e interfacce che si integrino nel cervello, consentendone la comprensione e la cura di malattie -conclude Convertino- Tecnologie che abbiano come bersaglio non più solo i neuroni ma consentano, con la stimolazione, registrazione e modulazione degli astrociti, una visione più completa di come funziona o si ammala il nostro cervello».

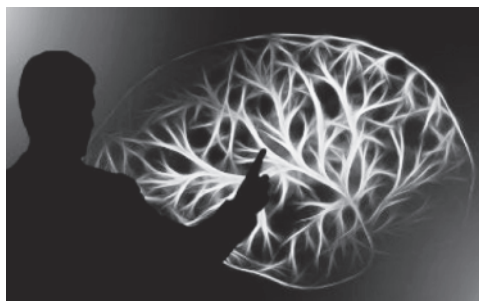
«L'approccio multidisciplinare si è rivelato vincente per affrontare tematiche così complesse: i ricercatori coinvolti provengono infatti da realtà e competenze scientifiche diverse e ciò ha permesso di guardare al fenomeno

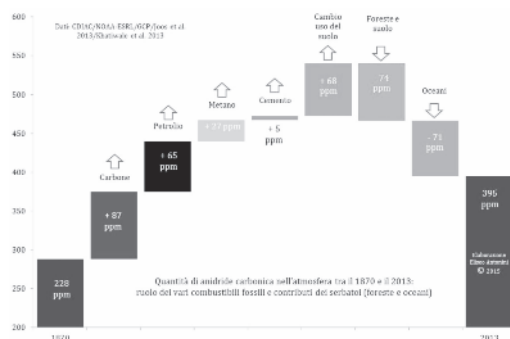
sotto nuove prospettive» -commenta Roberto Zamboni, Direttore del Cnr-Isf. «Una visione attrattiva anche per strategie di più ampio respiro che coinvolgano partnership internazionali» aggiunge Luigi Ambrosio, responsabile italiano del gruppo di lavoro su "Materiali avanzati e nanotecnologie" della Commissione congiunta di cooperazione Italia-USA in Materials Science & Technology per conto del Ministero degli affari esteri e della cooperazione internazionale. Il lavoro è stato supportato principalmente dal Progetto di ricerca ASTROMAT finanziato dall'Air Force Office of Scientific Research, coordinato da Benfenati e Convertino. La generazione di interfacce gliali potrebbe avere un impatto anche sullo sviluppo di dispositivi avanzati per la salute che mirano a "riaccendere" il cervello e potrebbe rivoluzionare campi quali la bioingegneria, la robotica e l'intelligenza artificiale.

Le foreste che crescono al caldo sono più efficienti

Un team internazionale guidato da Alessio Collalti del Cnr-Isafo ha documentato come le foreste che crescono in climi più caldi siano più efficienti nell'assorbire carbonio e produrre biomassa. La pubblicazione su «Nature Communications»

Le foreste rappresentano la più grande riserva di carbonio delle terre emerse e, globalmente, assorbono circa un terzo delle emissioni di anidride carbonica emesse annualmente dalle attività umane. È quindi importante capire come rispondono al clima e ai cambiamenti in atto. In uno studio che ha preso in considerazione dati da più di 100 foreste distribuite in tutto il mondo, coordinato da Alessio Collalti dell'Istituto per i sistemi agricoli e forestali del Mediterraneo del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Isafo), è stato documentato come l'Efficienza di produzione forestale (FPE) sia più alta nelle foreste che vivono in climi più caldi. Lo studio -pubblicato su «Nature Communications»- è stato condotto insieme a ricercatori di altri 13





istituti di diversi paesi.

«L'Efficienza di produzione forestale è una variabile che abbiamo introdotto recentemente per identificare la frazione di carbonio assimilato tramite la fotosintesi che viene destinata alla produzione di biomassa legnosa o, più in generale, di materia organica degli alberi (la produzione primaria netta). L'FPE aumenta con la temperatura media di crescita delle foreste esaminate e con la precipitazione, mentre diminuisce con l'età delle foreste -sottolinea Collalti- I risultati del nostro studio, per la prima volta, non confermano quindi la costanza di FPE riportata da studi precedenti, che avevano preso in analisi molti meno dati, ma piuttosto mostrano il contrario, indicando che in natura il ruolo della temperatura è opposto a quello che ci si aspetterebbe sulla base della risposta di breve termine della respirazione. Questo probabilmente per l'acclimatazione alla temperatura di processi come la respirazione e la allocazione del carbonio». Lo studio ha anche utilizzato i risultati di numerosi modelli del progetto TRENDY v.7 che hanno tutti simulato come FPE diminuisca con la temperatura. «Le evidenze sperimentali non sono quindi in accordo con la diminuzione di efficienza che viene predetta dai modelli, che sono utilizzati per simulare la risposta delle foreste ai cambiamenti climatici. Questo potrebbe determinare possibili sovrastime delle perdite di carbonio forestale con il riscaldamento globale» prosegue Collalti.

Il lavoro, ad accesso aperto anche per il set di dati utilizzato, è un ottimo esempio di uso di dati sperimentali e climatici e di modelli di simulazione, per approfondire, sulla base di evidenze, la risposta

degli ecosistemi forestali ai cambiamenti climatici. «È importante la condivisione di dati e l'approccio multidisciplinare alla loro analisi, anche per poter dare indicazioni finalizzate all'adattamento delle foreste al clima futuro» conclude Giorgio Matteucci, direttore dell'Istituto per la bioeconomia del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Ibe), coautore dello studio.

L'olio fa bene al cervello, soprattutto negli anziani

Identificato il ruolo anti-invecchiamento neurale in vivo di un componente dell'olio extravergine di oliva, l'idrossitiroso, presente in abbondanza anche negli scarti di lavorazione. Riscontrati particolari effetti benefici negli anziani. I risultati pubblicati su «Faseb Journal» sono stati dimostrati da una équipe di ricercatori del Cnr e della Università della Tuscia

Nel cervello dei mammiferi, in particolare nell'ippocampo, vengono prodotti nell'arco di tutta la vita nuovi neuroni. Questo processo denominato neurogenesi è indispensabile per la formazione della memoria episodica, come hanno dimostrato recenti ricerche: i nuovi neuroni dell'ippocampo vengono generati a partire da cellule staminali e durante l'invecchiamento ha luogo un calo progressivo di entrambi, che è all'origine di una drastica riduzione della memoria episodica. L'idrossitiroso, composto naturalmente presente nell'olio extravergine di oliva, ha forti capacità antiossidanti e protettive sulle cellule, ed è noto che diversi fattori, tra i quali la dieta, sono in grado di stimolare la neurogenesi adulta.

Un team di studiosi, guidati da Felice Tirone in collaborazione con Laura Micheli, Giorgio D'Andrea e Manuela Ceccarelli dell'Istituto di biochimica e biologia cellulare del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Ibcb), ha ora dimostrato in un modello animale anziano che l'idrossitiroso reverte il processo di invecchiamento neurale. Lo studio è pubblicato sulla rivista

internazionale «Faseb Journal».

«L'assunzione orale di idrossitiroso per un mese conserva in vita i nuovi neuroni prodotti durante tale periodo, sia nell'adulto che ancor più nell'anziano, nel quale stimola anche la proliferazione delle cellule staminali, dalle quali vengono generati i neuroni» -spiega Tirone- «Inoltre l'idrossitiroso, grazie alla sua attività antiossidante, riesce a 'ripulire' le cellule nervose, perché porta anche a una riduzione di alcuni marcatori dell'invecchiamento come le lipofuscine, che sono accumuli di detriti nelle cellule neuronali». «Abbiamo poi verificato, grazie ad un marcatore di attività neuronale (c-fos), che i nuovi neuroni prodotti in eccesso nell'anziano vengono effettivamente inseriti nei circuiti neuronali, indicando così che l'effetto dell'idrossitiroso si traduce in un aumento di funzionalità dell'ippocampo» - prosegue Micheli - «La dose assunta quotidianamente durante la sperimentazione equivale alle dosi che un uomo potrebbe assumere con una dieta arricchita e/o con integratori (circa 500 mg/die per persona). Comunque l'assunzione di idrossitiroso avrebbe un'efficacia anche maggiore se avvenisse mediante consumo di un cibo funzionale quale è l'olio di oliva». Questi risultati confermano gli effetti benefici della dieta mediterranea, in particolare per l'anziano, e aprono a un potenziale risvolto ecologico. «I residui della lavorazione delle olive, molto inquinanti, contengono una grande quantità di idrossitiroso: migliorare le procedure di separazione delle componenti buone nella lavorazione consentirebbe di ottenere idrossitiroso e ridurre l'impatto nocivo» conclude Tirone. Allo studio hanno partecipato ricercatori dell'Università della Tuscia: Carla Caruso del Dipartimento di scienze ecologiche e biologiche e un team del Dipartimento di Scienze agrarie e forestali composto da Roberta Bernini, Luca Santi e Mariangela Clemente, che ha sintetizzato l'idrossitiroso con una nuova procedura brevettata.

La **SIPS - Società Italiana per il Progresso delle Scienze** - onlus

«ha per scopo di promuovere il progresso, la coordinazione e la diffusione delle scienze e delle loro applicazioni e di favorire i rapporti e la collaborazione fra cultori di esse», svolgendo attività interdisciplinare e multidisciplinare di promozione del progresso delle scienze e delle loro applicazioni, organizzando studi e incontri che concernono sia il rapporto della collettività con il patrimonio culturale, reso più stretto dalle nuove possibilità di fruizione attraverso le tecnologie multimediali, nella ricerca delle cause e nella rilevazione delle conseguenze di lungo termine dell'evoluzione dei fattori economici e sociali a livello mondiale: popolazione, produzione alimentare e industriale, energia e uso delle risorse, impatti ambientali, ecc.

Le origini della Società Italiana per il Progresso delle Scienze si ricollegano al periodo anteriore al nostro Risorgimento politico, allorquando nella nostra penisola, smembrata in sette piccoli Stati, i più eminenti uomini di Scienza e di Lettere solevano riunirsi in Congresso. Nel 1839, a Pisa, fu tenuta la prima Riunione degli scienziati italiani, celebrata dal Giusti, nei noti versi:

Di sì nobile congresso
Si rallegra con sè stesso
Tutto l'uman genere.

Ciò che costituì, fin da principio un'importante caratteristica delle Riunioni degli scienziati italiani, fu la larga partecipazione del pubblico colto, a fianco dei più illustri scienziati. E di ciò danno conferma gli Atti delle Riunioni, e le testimonianze degli scrittori, italiani e stranieri del tempo. Oltre a dibattere tematiche a carattere scientifico-tecnico e culturale, la SIPS pubblica e diffonde i volumi degli Atti congressuali e *Scienza e Tecnica*, palestra di divulgazione di articoli e scritti inerenti all'uomo tra natura e cultura.

Gli articoli, salvo diversi accordi, devono essere contenuti in un testo di non oltre 4 cartelle dattiloscritte su una sola facciata di circa 30 righe di 80 battute ciascuna, comprensive di eventuali foto, grafici e tabelle. Possono far parte della SIPS persone fisiche e giuridiche (università, istituti, scuole, società, associazioni e, in generale, enti) che risiedono in Italia e all'estero, interessate al progresso delle scienze e che si propongano di favorirne la diffusione (art. 7 dello statuto).

CONSIGLIO DI PRESIDENZA

Maurizio Luigi Cumo, *presidente emerito*; Luigi Berlinguer, *presidente*; Antonio Speranza, *vicepresidente*; Enzo Casolino, *segretario generale*; Barbara Martini, *amministratore*; Michele Anacletio, Mauro Cappelli, Salvatore Lorusso, Elvidio Lupia Palmieri, Filomena Rocca, Giuseppe Scarascia Mugnozza, Nicola Vittorio, *consiglieri*; Alfredo Martini, *consigliere onorario*.

Revisori dei conti: Elena Maratea, Antonello Sanò, *effettivi*; Roberta Stornaiuolo, *supplente*.

COMITATO SCIENTIFICO

Michele Anacletio, Piero Angela, Mario Barni, Carlo Blasi, Maria Simona Bonavita, Federico Cinquepalmi, Mario Cipolloni, Ireneo Ferrari, Michele Lanzinger, Waldimaro Fiorentino, Gaetano Frajese, Gianfranco Ghirlanda, Mario Giacobuzzo, Giorgio Gruppioni, Nicola Occhiocupo, Gianni Orlandi, Renato Angelo Ricci, Mario Rusconi, Cesare Silvi, Roberto Vacca, Bianca M. Zani.

SOCI

Possono far parte della SIPS persone fisiche e giuridiche (università, istituti, scuole, società, associazioni ed in generale, enti) che risiedono in Italia e all'estero, interessate al progresso delle scienze e che si propongano di favorirne la diffusione (art. 7 dello statuto).



www.sipsinfo.it

scienza e tecnica on line