SCIENZA E TECNICA

MENSILE DI INFORMAZIONE DELLA SOCIETÀ ITALIANA PER IL PROGRESSO DELLE SCIENZE

ANNO LXXII - N. 472 dic. 2009 - 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

LE SCORIE RADIOATTIVE: UN MITO DA RIDIMENSIONARE

Credo non sia più possibile tacere di fronte alla strumentalizzazione del "rischio nucleare" di alcuni gruppi della nostra società che, sfruttando la paura della gente, hanno fatto di tale rischio una vera e propria costruzione intellettuale, distorcendo la verità. In realtà, anche nel caso delle scorie nucleari, i tecnici del settore operano in modo da imitare la natura (o quanto fatto da Dio, per i credenti) in quella ricerca dell'eccellenza per quanto concerne sicurezza dell'uomo e la tutela ambientale. Ricerca che caratterizza tutta l'ingegneria nucleare, e non nel modo barbaro ed irresponsabile che è implicito nella rappresentazione che di tali attività danno in generale i media.

Le "scorie nucleari" sono rifiuti solidi, contenenti sostanze radioattive, condizionati, cioè resi inerti e sicuri per poterli maneggiare, senza rischi per gli addetti e per la popolazione, in tutte le fasi del processo: dalla produzione, al condizionamento, al trasporto, all'immagazzinamento temporaneo, fino allo smaltimento definitivo. I contenitori in cui sono racchiusi sono realizzati in modo da assolvere la loro funzione di schermatura ed isolamento del contenuto, sia in condizioni normali che in caso di incidenti di una certa gravità.

Ad esempio, essi possono resistere ad un incidente stradale che coinvolga, oltre all'automezzo che li trasporta, un'autobotte che trasporta benzina o altro liquido infiammabile: non si avrebbe alcuna contaminazione radioattiva dell'ambiente né in conseguenza dell'urto, né a seguito dell'incendio che potrebbe svilupparsi subito dopo, anche con immersione del contenitore fra le fiamme per oltre mezz'ora. Per inciso, in tale incidente si avrebbe, invece, l'immissione in atmosfera di sostanze pericolose convenzionali, tossiche e cancerogene, derivanti dalla combustione della benzina e dei mezzi, quali benzene, idrocarburi policiclici aromatici, particelle fini -PM10 e PM2,5-, metalli pesanti, ecc., con conseguenze per l'ambiente e la popolazione certamente tutt'altro che trascurabili.

La caratteristica fondamentale dei "rifiuti radioattivi" è ovviamente il loro contenuto in termini di radioattività, cioè la presenza di isotopi che decadono con emissione di radiazioni Alfa (nuclei di elio), Beta (elettroni) o Gamma (onde elettromagnetiche), in generale trasformandosi in isotopi stabili innocui o in altri isotopi ancora radioattivi (è il caso, ad esempio, delle catene radioattive dell'uranio, del torio e di tutti gli elementi transuranici prodotti artificialmente dall'uomo).

Perché una sostanza sia considerata un rifiuto radioattivo, oltre ad essere un materiale di scarto di un processo che coinvolge o produce isotopi radioattivi, deve originare più di una disintegrazione al secondo (Bequerel, in sigla Bq) per grammo di materiale. In realtà tutto ciò che è presente sulla Terra (piante, animali, rocce, il nostro stesso organismo, gli oggetti che usiamo quotidianamente, l'acqua che beviamo, i cibi che mangiamo, ecc.) è radioattivo, con una radioattività media dell'ordine di 0,1-1 Bq/g.

Questo, insieme alle altre sorgenti di radiazioni naturali come i raggi cosmici, comporta, per tutta l'umanità, una dose naturale di radiazioni (in media 2 milliSievert all'anno), cui l'organismo umano si è certamente adattato nelle decine di migliaia di generazioni che ci hanno preceduto su questa Terra. Ma la radioattività naturale, e di conseguenza la dose naturale di radiazioni, è molto variabile da punto a punto della superficie terrestre, con valori in alcune aree doppi, tripli ed in qualche caso anche 10 volte superiori ai valori medi sopraindicati, senza che questo comporti differenze nello stato di salute o nell'attesa di vita delle popolazioni che vivono in tali zone rispetto a quelle che vivono in zone vicine con simili caratteristiche per quanto riguarda clima, diete alimentari, contesti economici, sociali, ecc.

Ad esempio, nel nostro Paese gli abitanti del Viterbese e della zona dei Campi Flegrei sono soggetti a dosi di radiazione 2-3 volte la media nazionale, ma la mortalità per cancro in tali zone non è diversa da quella degli abitanti delle altre zone del Lazio o della Campania. Per fare un altro esempio, la radioattività dei blocchetti di granito usati per pavimentare piazza S. Pietro è così elevata da dare un'intensità di dose oltre 10 volte il fondo naturale medio in Italia, comparabile con quella della zona di 30 Km di raggio interdetta alla popolazione attorno al famoso reattore di Chernobyl (ma a nessuno è venuto in mente di interdire l'accesso a piazza S. Pietro della gente per la pericolosità della situazione!).

Chiariti questi concetti, ritorniamo al problema dei rifiuti radioattivi.

La quantità delle scorie nucleari

Oltre il 99% dei circa 26.000 m^3 che sono attualmente distribuiti in depositi temporanei in varie regioni italiane sono a medio-bassa radioattività, prodotti in oltre 40 anni, in conseguenza di:

- attività connesse con il ciclo dell'energia nucleare (fabbricazione degli elementi di combustibile nucleare, riprocessamento, a scopo sperimentale, di elementi di combustibile esauriti, produzione di energia elettrica, ecc.);
- materiali derivanti dallo smantellamento di impianti nucleari;
- esercizio di apparecchiature e reattori sperimentali per attività di ricerca;
- uso di radioisotopi, acceleratori di particelle e sorgenti radioattive in medicina, nell'industria, nella ricerca scientifica e tecnologica, ecc..

A questi rifiuti sono da aggiungere quelli che deriveranno dallo smantellamento delle centrali nucleari dismesse: ciò porterà il totale a circa 100.000 m^3, per fare cifra tonda.
Analisi recenti, circa i rifiuti radioattivi dovuti alle attività umane, distinguono innanzitutto tra materiali:

- a bassa attività, che occupano il 90% del volume e contengono l'1% della radioattività,
- ad attività intermedia, il 7% in volume ed il 4% per radioattività,
- ad alta attività, il 3% in volume ed il 95% per radioattività.

I rifiuti a bassa radioattività, condizionati come indicato all'inizio, possono essere smaltiti in tutta sicurezza in discariche superficiali, o a poca profondità, se adeguatamente progettate e gestite come dimostra l'esperienza spagnola o svedese. Dopo qualche secolo saranno completamente decaduti e, pertanto, non più "rifiuti radioattivi".

Solo i rifiuti ad alta attività richiedono un trattamento molto accurato ma si tratta di quantità modeste che, per essere smaltite in sicurezza, non pongono problemi insormontabili. Infatti, una centrale da 1000 MW elettrici, che produce in un anno 7-8 miliardi di kWh di energia elettrica, dà luogo ad un quantitativo di scorie ad alta attività che può essere inglobato in circa 6 tonnellate di matrice vetrosa, racchiuse in recipienti di rame o di acciaio inossidabile del volume totale di pochi metri cubi. Nel considerare queste cifre si deve tenere conto che esse possono variare in ragione dei processi e del combustibile adottati, ma il loro ordine di grandezza non cambia.

Il trattamento e la deposizione finale delle scorie nucleari

Anche in questo caso i tecnici del settore nucleare operano con elevati standard di sicurezza e tutela ambientale. I rifiuti, resi inerti e sicu-

ri per essere maneggiati senza rischi eccessivi in tutte le fasi del processo, hanno ovviamente un livello di radioattività elevatissimo e restano più radioattivi dei minerali da cui si è partiti per migliaia o decine di migliaia di anni. Peraltro, le tecniche di trasmutazione degli elementi transuranici attualmente allo studio ridurranno considerevolmente i tempi di dimezzamento degli elementi a lungo periodo, semplificando il problema.

È, comunque, possibile smaltire in sicurezza questi materiali in formazioni geologiche di sale, argilla o granito, come nel caso dei depositi che sono attualmente in fase di progettazione o realizzazione. I contenitori di rame o acciaio inossidabile, sigillati per saldatura, contenenti le scorie vengono sepolti in cunicoli scavati all'interno del deposito, ad una profondità tra 300 e 1000 metri, e sigillati con bentonite in modo da ripristinare la continuità strutturale dello strato.

Chi garantisce che tale sistemazione non darà alcuna interazione con gli ecosistemi in superficie per il lunghissimo periodo di tempo necessario al decadimento delle sostanze radioattive contenute? Le caratteristiche intrinseche dei materiali utilizzati e le analogie naturali. Infatti:

- il vetro ed il rame, nelle condizioni chimico-fisiche in cui operano all'interno del deposito, non sono soggetti ad alcun effetto di corrosione (ad es. in condizioni simili il rame si ritrova allo stato nascente di metallo puro, dopo la sua formazione alcuni miliardi di anni fa);
- uno spessore d'argilla di centinaia di metri isola completamente il suo contenuto dall'ecosistema per le sue caratteristiche di impermeabilità all'acqua; inoltre, la sua plasticità dà garanzie di tenuta anche in presenza di terremoti e sconvolgimenti geologici, che in nessun caso potrebbero fratturarla.

Sulla Terra esistono situazioni analoghe a quella di un deposito sotterraneo di scorie che dimostrano l'improbabilità dell'eventuale risalita verso l'ecosistema dei prodotti radioattivi, in periodi di tempo dell'ordine delle ere geologiche. In Canada, nella zona del Cigar Lake, esiste una formazione minerale con contenuto di uranio, e quindi di prodotti delle relative catene di decadimento (radio, polonio, ecc.), assolutamente eccezionale: fino al 60% in peso. Il minerale uranifero si trova in profondità, separato dal materiale sabbioso sovrastante da uno spessore di argilla. In superficie non c'è alcuna traccia anomala di radioattività o di elementi radioattivi derivanti dalle catene di decadimento dell'uranio, nonostante che uno di questi (il Radon) sia un gas nobile, completamente inerte dal punto di vista chimico, che si libera facilmente in atmosfera.

In un altro analogo naturale, ad Oklo in Gabon, c'è una formazione minerale simile a quella di Cigar Lake per concentrazione di uranio, ma senza lo strato di protezione di argilla; l'acqua può quindi penetrare liberamente nel terreno. Due miliardi di anni fa, questo portò a condizioni tali che decine di depositi divennero critici e funzionarono naturalmente come reattori nucleari, in modo intermittente, per un milione di anni, originando tutta la gamma dei prodotti di fissione e di attivazione che si producono negli attuali reattori nucleari. Queste sostanze pericolose sono rimaste in loco, con spostamenti limitati al massimo ad alcune decine di metri, in un terreno assolutamente normale, certamente non selezionato per poterli trattenere. Come risultato, tra gli ecosistemi e le popolazioni che vivono nell'area e quelli in aree contigue, con clima, habitat e abitudini di vita simili, non è possibile evidenziare differenze apprezzabili.

MARINO MAZZINI
Professore Ordinario del raggruppamento
"Impianti Nucleari" - Università di Pisa

SOMMARIO

Le scorie radioattive: un mito da ridimensionare pag. 1
Editoriale » 4
Superare la crisi: il ruolo strategico della ricerca » 5
L'efficienza immunitaria è la miglior difesa (forse l'unica) contro le neoplasie » 7
La natura » 10
I tempi dell'evoluzione biologica » 13
Meno carne per il benessere del corpo e del pianeta » 14
RECENSIONI
Sacro e quotidiano una peculiare intersezione per costruire la storia » 14

EDITORIALE

"*Con rammarico devo constatare che il documento finale del vertice non contiene né gli obiettivi quantificati né scadenze precise per realizzare la lotta alla fame*" queste sono le parole con il direttore generale della Fao, Jacques Diouf, ha fotografato l'ultimo vertice della Fao. Un summit, che come al solito, ha visto i capi di Stato fare passerella e riempire la loro bocca, e le orecchie degli astanti, di dichiarazioni di ottimi intenti per poi arrivare all'ennesimo nulla di fatto conclusivo.

Eppure si era sentito parlare di "44 miliardi" di dollari per far fronte al miliardo di persone circa che continuano a soffrire la fame: quei poveri disgraziati che Paul Collier, ex-capo economista della Banca Mondiale, ha ribattezzato come "l'ultimo miliardo".

Eppure, un altro, qualcosa si sarebbe e si potrebbe/dovrebbe fare, se solo il "G2" -Stati Uniti e Cina, i nuovi governanti dell'astronave Terra- lo volesse: soprattutto ora che l'economia mondiale sembra aver ricominciato a crescere.

Gli interventi delle banche centrali e dei governi sembrano essere stati sufficienti a far evitare che la recessione del 2008-09 (la "tempesta economica perfetta") diventasse una "grande depressione". Però, ciò che è buono per qualcuno potrebbe non esserlo per altri. Per "l'ultimo miliardo", cui la ripresa nella crescita dei redditi potrebbe poco interessare in quanto bisogna avere un reddito per poterlo vedere crescere, c'è un elemento, nella ripresa, terrificante: l'aumento, probabile, del prezzo dei prodotti alimentari.

Prima della crisi i prezzi delle materie prime avevano raggiunto –grazie ai soliti speculatori- livelli record (il massimo fu toccato nel luglio del 2008): partendo dal barile di petrolio a 150 dollari ed approdando ad un nefando aumento del prezzo dei cereali, si creò così un mix che fece aggravare il problema, già grave, della fame del Mondo.

Per cui, giustamente, "l'ultimo miliardo" teme: teme che un'economia mondiale in crescita "spinga" la domanda e, quindi, il prezzo dei prodotti alimentari, ciò tanto più se la crescita è trainata da Paesi a "medio reddito pro-capite", quali Cina, India, Indonesia e Brasile. Paesi anche popolosi in cui la propensione ad aumentare il consumo di prodotti alimentari è elevata, molto di più che nel satollo "Vecchio Mondo". Cui aggiungere la petrolio-fobia che portò nel periodo a cavallo tra il 2007-08, a seguito dell'aumento ingiustificato del prezzo del petrolio, ad aumentare la domanda di bio-carburanti ricavati dai cereali, con una riduzione nell'offerta destinata all'alimentazione e conseguente aumento dei prezzi.

Ciò non sorprende perché nessuna rilevante riforma del funzionamento dei mercati finanziari e speculativi è, di fatto, avvenuta se si esclude l'aver consentito alle banche di riportare nei loro bilanci con un "valore figurativo" i titoli tossici: il risultato è che l'economia mondiale continua a essere, come dottamente scritto, un'economia "di carta".

Non la Fao (immane carrozzone sulla cui utilità e funzionalità si potrebbe scrivere molto) ma Barack Obama e Hu Jin Tao potrebbero e dovrebbero fare qualcosa per "l'ultimo miliardo". Obama, ad esempio, potrebbe eliminare i dazi sull'importazione di etanolo da canna da zucchero: in modo da far sì che i brasiliani possano vendere in America il loro etanolo -ad un costo molto più basso di quello praticato negli Stati Uniti- senza sottrarre cereali all'alimentazione. Difatti l'etanolo brasiliano è prodotto partendo dalla canna da zucchero brasiliana per cui non affama alcuno, diversamente da quello USA, ad esempio, che è prodotto da cereali, sottratti agli stomaci dell'umana gente.

Ed il primo ministro cinese, Hu Jin Tao, dovrebbe fare in modo che gli aumenti internazionali del prezzo del petrolio abbiano ripercussioni, come nel Bel Paese, sui prezzi cinesi della benzina: in tal modo l'aumento della domanda cinese di petrolio e derivati verrebbe attenuato, con ripercussioni virtuose sul prezzo internazionale dello stesso petrolio, che calerebbe.

Il direttore del Fondo Monetario Internazionale ha dichiarato "*La comunità internazionale non può ignorare i bisogni dei Paesi a basso reddito che stanno pagando il prezzo di una crisi che non hanno creato. I Paesi industrializzati devono resistere alla tentazione di tagliare le loro promesse d'aiuto. Se questo non accadrà in molti Paesi in via di sviluppo la democrazia sarà in pericolo*".

Ma la colpa non è solo del G2, il dato italiano relativo allo "Aiuto Pubblico allo Sviluppo/Prodotto Interno Lordo (Aps/Pil)" per il 2009 si attesta probabilmente intorno al 0,16 per cento: registrando così una contrazione di circa il 30% rispetto al 2008. I "Buoni Propositi" del Belpaese (come indicato nel Documento di Programmazione Economico Finanziaria 2008-2011) prevedevano uno 0,42% nel 2009 e, addirittura, uno 0,51% nel 2010 (7,5 miliardi di euro).

Sin dalla vigilia del G8 il Presidente del Consiglio aveva riconosciuto il ritardo, ampiamente giustificato dalla crisi internazionale, dall'alto indebitamento e dai vincoli europei: però, grazie alla disponibilità del Ministro dell'Economia, apriva comunque alla possibilità di un riallineamento dell'aiuto italiano ai livelli degli altri donatori per il triennio 2010-2013.

Purtroppo la Finanziaria 2010 non sembra realizzare i "nuovi buoni propositi": dalla "manovra" non traspare alcuna variazione al quadro di riferimento tracciato durante il 2008. La manovra 2010 ha, invece, confermato il taglio del 2009 (-55%) alle risorse per la cooperazione in carico al ministero degli Affari esteri; non stanzia risorse sufficienti per il versamento delle italiche quote, in prossima scadenza, nei fondi multilaterali di sviluppo (circa 330 milioni di euro), creando più di qualche imbarazzo ai fondi stessi che hanno già fornito prestiti significativi a molti Paesi in via di sviluppo, contando anche sul contributo italiano.

Non solo ma nel 2010, con la contrazione del 5 per cento del Pil, l'aiuto italiano dovrebbe registrare una contrazione fisiologica del 10 per cento. Al vertice G8 dell'Aquila erano stati presi degli impegni precisi: 150 milioni di dollari per il Fondo globale per la lotta all'Aids, tubercolosi e malaria; 100 milioni di dollari per l'iniziativa a sostegno della sicurezza alimentare. Non potremo rispettare la parola data e, con noi, non lo potrà l'Europa che, a causa del default italiano, mancherà l'obiettivo collettivo dello 0,56 per cento, nonostante l'impegno -mantenuto- di molti altri paesi UE.

Difatti, oltre a noi, in Europa solamente le economie più piccole o in transizione hanno tagliato i loro bilanci d'aiuto: le maggiori economie dell'Unione, quali Spagna, Regno Unito e Germania hanno confermato di voler rispettare la loro parte nell'aiuto internazionale.

Alla fine del 2009, circa 90 milioni di persone in più si troveranno in condizioni di povertà estrema con una stima di 50.000 decessi infantili -soprattutto bambine- in più nell' Africa sub-sahariana: per la prima volta, dal 1994, il reddito pro-capite africano si contrarrà. A questo si deve aggiungere che la crisi alimentare del 2008 aveva aumentato di 100 milioni il numero dei poveri del Mondo.

Senza dimenticare che, nel tentativo di mitigare i costi umani della crisi, un terzo dei Paesi meno avanzati ha varato pacchetti di stimolo fiscale, finanziandoli attraverso l'aumento del deficit o dando fondo alle riserve, riuscendo a mantenere invariata la spesa sociale. Ma iI deteriorarsi della loro posizione fiscale rende la loro politica espansiva non sostenibile: per cui molti Paesi a basso reddito dovranno, per forza di cose, "tagliare la spesa". La Banca Mondiale stima il taglio nella spesa sociale e negli investimenti sarà di 11,6 miliardi di dollari, con 8 miliardi concentrati in una delle zone più povere del Mondo: l'Africa sub-sahariana.

Nella regione, l'aiuto internazionale finanzia il 34-50 per cento delle spese sociali e degli investimenti ed ha contribuito a mitigare lo "shock sul Pil" di questi Paesi in via di sviluppo, stabilizzandone il reddito procapite: se un Paese riceve il 2% del suo Pil come aiuto per le infrastrutture, il numero di persone che vivono al di sotto della soglia di povertà si riduce generalmente dell'1,2%.

SUPERARE LA CRISI: IL RUOLO STATEGICO DELLA RICERCA

Adeguata assistenza creditizia alle imprese ed adeguati finanziamenti alla Ricerca

Il rallentamento dell'assistenza creditizia che, sovente negli ultimi tempi, è sfociato in una riduzione del credito da parte banche alle piccole e medie imprese, e l'insufficienza degli investimenti in Università e Ricerca sono fra i principali ostacoli che si frappongono alla ripresa economica del Paese.

Per quanto riguarda l'assistenza creditizia, va detto che le banche deliberano le linee di credito in favore delle imprese con regole e modalità particolarmente rigorose e prudenti, dettate innanzitutto dalla esigenza primaria di non mettere a rischio il risparmio raccolto dal pubblico, principale fonte di provvista.

In particolare le banche deliberano i finanziamenti richiesti dalle imprese sulla base, non solo, delle garanzie offerte ma, principalmente, sulla base del loro merito creditizio, ossia su un'analisi approfondita dell'andamento del fatturato, della redditività conseguita, dell'equilibro finanziario, del grado di patrimonializzazione, delle prospettive future e dei mercati di sbocco.

Del resto negli ultimi due anni nel nostro Paese nessuna banca è fallita, nessuna nazionalizzazione di istituti bancari è avvenuta, né alcun spreco o perdita di risorse pubbliche si è verificato per il sostegno del nostro sistema bancario. Circostanze da attribuire principalmente ad un complesso di norme, ispirate a sane regole di prudenza e rigore che disciplinano l'attività bancaria, ed ad una efficiente attività di controllo da parte delle nostre autorità di vigilanza.

Alla luce di tali considerazioni, si può comprendere lo scarso entusiasmo ed interesse di gran parte delle banche ad emettere i "Tremonti Bond", ancor-

ché titoli destinati ad essere sottoscritti principalmente dal Tesoro ed ideati con l'encomiabile fine di rafforzare il patrimonio delle banche, affinché le stesse potessero avere più mezzi a disposizione per incrementare il sostegno alle imprese. Inoltre, pur essendo i Tremonti Bond strumenti di patrimonializzazione che generano un elevato effetto leva, il miglioramento delle condizioni di mercato avvenuto nel corso dell'anno, ha reso tali strumenti meno attraenti e più onerosi rispetto alle operazioni di aumento di capitale.

Tornando all'assistenza creditizia alle imprese, il problema non è solo la disponibilità di sufficienti mezzi patrimoniali da parte delle banche per poter fornire un adeguato sostegno creditizio alle imprese: il problema principale è se queste imprese sono poi in grado di restituire i capitali ottenuti in prestito. Tale possibilità, oltre che dal livello dei consumi, dipende principalmente dal livello di competitività dei beni prodotti, ed in particolare dal rapporto qualità/prezzo, rispetto a beni simili prodotti all'estero. Il problema centrale, quindi, è la competitività dei nostri prodotti.

Al riguardo,come noto, il tessuto economico del nostro Paese è costituito per oltre il 90% da piccole imprese e ditte individuali con meno di dieci dipendenti: la struttura produttiva è, inoltre, caratterizzata da una diffusa sottocapitalizzazione e da un forte squilibrio nelle fonti di finanziamento, con investimenti in impianti ed altre immobilizzazioni finanziati in buona parte con debiti a breve. Dette circostanze limitano di fatto la possibilità di effettuare autonomi investimenti in studi, ricerca ed innovazione tecnologica.

Per di più molte piccole imprese svolgono essenzialmente un ruolo di sub-fornitori nei confronti delle medie e grandi imprese ed effettuano la loro produzione attenendosi strettamente alle direttive tecniche ricevute da parte delle imprese committenti. Ora, se escludiamo la ricerca scientifica, effettuata presso le università ed i centri di ricerca pubblici e privati, la ricerca tecnologica effettiva, quella cioè strettamente connessa al mondo operativo delle imprese, volta a migliorare in tempi brevi i processi produttivi, la qualità e la competitività dei beni prodotti, viene effettuata principalmente presso le medie e grandi imprese. In questo contesto la difficile congiuntura costringerà molte industrie, che prima facevano ricerca, a ridurre tale impegno con ripercussioni negative sui livelli di competitività e produttività.

Ora, per quanto concerne il mondo delle Università e della Ricerca, dobbiamo osservare che la ricaduta degli effetti benefici ed il trasferimento di innovazione tecnologica sul sistema produttivo, derivanti da nuove scoperte scientifiche e nuove tecnologie, ancorché non connesse a singoli prodotti, equivale, sia pure in misura indiretta e mediata, ad un forte incentivo al sistema industriale in termini di nuove conoscenze, nuovi studi, nuove opportunità produttive.

Ne consegue che a livello internazionale un'asimmetria di finanziamenti pubblici in Università e Ricerca fra i vari Stati, originata dalle diverse percentuali di prodotto interno lordo investite in tali settori, costituisce, comunque, un aiuto in più ai sistemi industriali degli Stati che investono di più nella ricerca. Al riguardo la spesa pubblica italiana per Università e Ricerca ammonta a circa l'1% del PIL, pari alla metà di quella della Francia o della Gran Bretagna ed a un terzo di quella della Germania.

Ne consegue, quindi, che le nostre imprese subiscono come dato di fatto una sorta di penalizzazione rispetto alle imprese dei paesi, dove la spesa pubblica, investita in Università e Ricerca è maggiore. Alla luce di tali considerazioni, e tenuto conto dell'elevato debito pubblico del nostro Paese, la domanda da porsi è: *quali iniziative e quali provvedimenti assumere per poter assicurare al mondo della ricerca e dell'università adeguati investimenti in linea con quelli effettuati negli altri paesi più industrializzati e realizzare, quindi, una sorta di "par condicio" fra le imprese dei vari Stati, in termini di opportunità di applicazione ai propri processi produttivi delle nuove scoperte scientifiche e tecnologiche*.

La soluzione a tale problematica potrebbe essere identica a quella relativa all'insufficiente assistenza creditizia alle imprese; ambedue le questioni riconducono, infatti, ad un'unica esigenza: assicurare alle nostre imprese una maggiore produttività e competitività, ovvero maggiori vendite dei prodotti, maggiori esportazioni, una più elevata redditività e, ciò che è più importante, maggiori livelli occupazionali.

Torniamo ora alle banche ed ai Tremonti bond: le banche vivono in stretta simbiosi con il territorio circostante, dal quale assorbono linfa vitale per il loro sviluppo. Esse conoscono profondamente sia le possibilità di crescita del tessuto produttivo, sia le potenzialità, le capacità professionali, la storia degli imprenditori locali e la loro vocazione verso le tecnologie innovative e i prodotti più competitivi. Le banche, quindi, sono in grado di comprendere, anche attraverso lo studio dei bilanci annuali delle aziende clienti e la revisione periodica delle linee di credito concesse, in quali settori ed in quali tipologie di beni prodotti nella regione vi sono perdite di competitività ed esigenze di maggiori investimenti in ricerca ed innovazione tecnologica.

Al fine di valorizzare tutto questo mondo di conoscenze e porlo al servizio dello sviluppo del territorio, potrebbe essere ipotizzato un ampliamento

delle possibilità di utilizzo dei Tremonti Bond, finalizzato a far conseguire al nostro sistema industriale un maggior livello di competitività e produttività. In particolare, fermo restando quanto già stabilito nel decreto sui Tremonti Bond, una nuova versione del decreto stesso dovrebbe comprendere un nuovo articolo che preveda (al fine di rendere tali titoli più allettanti e convenienti per le banche) una riduzione di qualche punto del tasso d'interesse a fronte dell'impegno da parte delle banche stesse a destinare alla ricerca industriale ed all'innovazione tecnologica una percentuale dell'importo dei titoli emessi.

Tale ricerca, che sarà commissionata agli Istituti con maggiore esperienza anche nell'ambito delle collaborazioni scientifiche internazionali con altri istituti di ricerca ed università, dovrà avere l'obiettivo primario di aiutare le imprese del territorio, in particolare quelle inserite in distretti industriali e quelle operanti nei settori merceologici che rappresentano le principali tipologie dei beni prodotti nella regione.

La ricerca finanziata con tali investimenti, infatti, dovrà essere finalizzata ad individuare nuovi prodotti, nuovi materiali, nuovi processi produttivi e nuove tecnologie, che consentano il recupero di competitività e produttività e, quindi, la continuità delle imprese del territorio. Al riguardo, trattandosi di una ricerca che partirà dal basso e dai problemi concreti della produzione, dovranno essere coinvolte le associazioni di categoria locali e le camere di commercio, che dovranno recepire, in particolare dai loro associati, le principali carenze dei processi produttivi e dei prodotti che necessitano di innovazioni.

Particolare attenzione dovrà essere data ai problemi ambientali ed all'inquinamento atmosferico, privilegiando l'utilizzo di energie alternative e prevedendo, sin dalla fase di progettazione dei nuovi prodotti, lo smaltimento degli stessi allorquando avranno esaurito la loro utilità con modalità tali da produrre un tasso di inquinamento minimo o nullo.

La titolarità dei brevetti conseguiti potrà far capo sia alle associazioni di categoria, che s'impegnano a metterli a disposizione del loro associati, sia ad appositi istituti costituiti con l'intervento anche di enti territoriali ed aventi per obiettivo primario il monitoraggio continuo dei livelli di competitività dei sistemi industriali locali. Il confronto, inoltre, con le realtà produttive più avanzate a livello internazionale, dovrebbe favorire accordi di coproduzione con imprese straniere, con conseguenti sinergie e risparmi che potrebbero rilanciare le prospettive economiche e commerciali delle nostre aziende.

In alternativa a tale soluzione, gli stessi risultati potrebbero essere conseguiti anche mediante un accordo fra l'ABI ed il Ministero dell'Economia: tale accordo, oltre alla possibilità per le banche di poter detrarre dal proprio reddito le somme destinate alla ricerca per il miglioramento del tessuto produttivo locale, dovrebbe prevedere anche qualche altra forma di agevolazione fiscale, quale ad esempio la possibilità di poter detrarre dal reddito una aliquota maggiore, rispetto a quella attuale, delle perdite su crediti. Per le banche, infatti, investire nel tessuto produttivo del proprio territorio, specie per le realtà industriali ubicate nel Sud del Paese, oltre ad essere un segno di grande lungimiranza, significa anche porre un solido argine per il futuro al rischio di un aumento dei crediti in sofferenza e di un aumento delle perdite su crediti, derivanti dalla crisi, con conseguente miglioramento della propria redditività prospettica.

VINCENZO COPPOLA

L'EFFICIENZA IMMUNITARIA È LA MIGLIORE DIFESA (FORSE L'UNICA) CONTRO LE NEOPLASIE

All'inizio del '900, Paul Ehrlich formulò l'ipotesi che nelle cellule neoplastiche si formassero nuove molecole antigeniche contro le quali l'ospite era in grado di produrre una risposta immunitaria adeguata ad eliminare le stesse cellule maligne.

Quella di Ehrlich fu una pura ipotesi senza riscontri che, tuttavia, oggi assume maggiore consistenza per l'accettata idea che le numerosissime moltiplicazioni cellulari, che si verificano giornalmente negli organismi pluricellulari, implichino continui, se non frequenti, errori da cui, si presume, possano derivare cellule "anomale" e, quindi, anche neoplastiche, contro le quali il sistema immunitario, riconoscendole "non self", potrebbe reagire, se ovviamente ne avesse efficiente capacità.

Successivamente Burnet (1970) formulò più precisamente la teoria della "*sorveglianza immunitaria*" ossia della capacità del sistema immunitario dell'ospite di riconoscere i cloni cellulari maligni appena si manifestano in modo da distruggerli prima che evolvano in modo irrefrenabile.

Al riguardo Burnet si espresse con le seguenti parole: "*quando nell'organismo nascono cellule*

aberranti con un potenziale proliferativo, esse porteranno nuovi determinanti antigienici sulla loro superficie. Nel momento in cui sia stata prodotta una quantità significativa di nuovo antigene avrà inizio la risposta immunologica timo-dipendente che eventualmente eliminerà le cellule aberranti seguendo essenzialmente le stesse vie attraverso le quali viene distrutto un omotrapianto" (1971).

Keast (1970), convinto fautore dell'importanza della sorveglianza immunologica, elencava gli indizi esistenti a favore della preminenza della difesa immunitaria contro i tumori:

1. aumento dell'incidenza dei tumori in individui immunodeficienti;
2. sviluppo di neoplasie in soggetti sottoposti a terapie immunodepressive;
3. aumento del rischio cancerogeno in età avanzata, quando il sistema immunocompetente è meno efficiente.

Infine, dall'analisi di numerose osservazioni, oggi è emersa la documentata convinzione che le modalità di difesa con le quali si esprime l'immunosorveglianza antineoplastica sono prevalentemente di tipo cellulare.

L'immunosorveglianza

Il complesso argomento dell'azione immunitaria contro i tumori -esposto in modo esauriente da Olivera e Finn nel 2008- si fonda sulla convinzione, sostenuta da numerose osservazioni, dell'esistenza di meccanismi di difesa, acquisita e naturale, contro tutto ciò che nell'organismo pluricellulare abbia caratteristiche anomale e/o rischiose.

Per ciò che riguarda la difesa immunitaria contro i tumori, gli studi condotti sui modelli animali, in particolare nei topi, hanno permesso di rilevare risposte diverse quali l'eliminazione delle manifestazioni tumorali o il semplice blocco dello sviluppo o la resistenza alla azione di difesa immunitaria e, quindi, la proliferazione delle cellule maligne.

Nell'uomo lo studio dell'immunosorveglianza si è rivelato difficile sia per l'impossibilità di raccogliere un numero adeguato di pazienti con manifestazioni tumorali sufficientemente omogenee, sia per la difficoltà di seguirli per i tempi necessari a valutazioni certe.

Tuttavia è stato possibile riscontrare alcuni rilievi favorevoli all'assunto: ad esempio è stato constatato che gruppi di individui, con un alto numero di linfociti citotossici in circolo, dimostravano un significativo basso rischio di sviluppare tumori (di diverso tipo) rispetto a coloro che avevano un basso grado di cellule citotossiche (Imai e coll., 2000). Osservazioni simili sono state rilevate con altri studi negli anni successivi (Galon e coll., 2006; Sharma e coll., 2007; e altri citati da Olivera e Finn).

Inoltre, il concetto di immunosorveglianza ha acquistato consistenza anche grazie alla scoperta, sulla superficie di cellule derivate da tumori sperimentali, di antigieni tumore-specifici: TSA (Tumor Specific Antigen), in grado di provocare il rigetto di tumori innestati o provocati in cavie preimmunizzate. Gli antigeni TSA non sono espressi in tumori animali spontanei né sulle cellule maligne umane.

In seguito è stato osservato che le cellule neoplastiche esprimono sulla loro superficie strutture

TSA: Antigeni Tumore Specifici

Sono espressi su cellule tumorali e possono evocare una risposta immune perché riconosciuti come antigeni estranei. Ad essi appartengono:

- prodotti di oncogéni mutati;
- prodotti dei geni oncosoppressori mutati;
- prodotti di geni virali presenti in tumori maligni (virus del papilloma, di Epstain-Barr, linfoma di Burkitt);
- prodotti di geni particolari quali: MAGE (Melanoma Antigen Gene); BAGE (B Melanoma Antigen Gene); GAGE (G Antigen Gene).

TAA: Antigeni Tumore Associati

Sono condivisi da cellule tumorali e normali. Vengono così suddivisi:

- antigeni oncofetali (AFP, CEA);
- antigeni glicolipidici e glicoproteici alterati (gangliosidi, mucine, antigeni dei gruppi ematici);
- antigeni di differenziazione (CD 10, noto anche come CALLA: Common Acute Lymphoblastic Leukemia Antigen); (*)
- S - 100 Antigen (Schwann cell), appartiene al gruppo delle proteine leganti il calcio.

(*) CD 10, antigene di differenziazione dei linfociti che caratterizzano i linfomi.

molecolari presenti nelle cellule normali solo in particolari fasi di differenziazione o in particolari tessuti. Contro queste formazioni, di natura proteica, definite antigeni tumore-associati (TAA Tumor Associated Antigen) può insorgere una risposta immune dovuta ai linfociti T.

Azione immunosoppressiva

È stato accennato alla difficoltà di reperire pazienti con tumori omogenei e di seguirli nel tempo per lo studio adeguato dell'immunosorveglianza. Ostacoli praticamente insormontabili e che tuttavia non sono i soli.

È noto, infatti, che i tumori umani spesso sfuggono alla difesa immunitaria dell'ospite sia per la debole espressione degli antigeni presenti nelle cellule maligne, sia perché possono produrre nel microambiente l'enzima Indolamina-2-3-diossigenasi che svolge azione immunosoppressiva (Muller A. e coll. 2007, Uyttenhove C. e coll. 2003). Si tratta di un enzima già conosciuto per il ruolo svolto nel favorire la tolleranza materna nei confronti degli antigeni fetali.

Quando il sistema immune fallisce nella sua azione antineoplastica il motivo va attribuito anche -qualora venga riscontrata- all'eventuale diminuzione dei leucociti, alla disfunzione delle Cellule Presentanti Antigene (CPA) ed in particolare alla ridotta capacità delle cellule dendritiche (Yang L. e coll., 2004; Pinzon-Charry A. e coll., 2005). Si tratta di cellule la cui azione consiste nell'assumere dall'esterno antigeni che, incorporati nel citoplasma, vengono scissi in frammenti e quindi esposti sulla superficie cellulare in molecole HLA di I/II classe: questi complessi sono riconosciuti dalle cellule TCD4 che, liberando citochine, contribuiscono ad amplificare la risposta citotossica delle TCD8.

Tentativi d'immunoterapie

Sono state attuate terapie con anticorpi monoclonali umanizzati contro antigeni di diversi tumori: mammari, polmonari, colon-rettali e per il linfoma a cellule di tipo B. Si tratta di antigeni recettoriali presenti sulla superficie delle cellule tumorali che favoriscono la regolare sopravvivenza cellulare, nonché la sua moltiplicazione, mediante la trasmissione di segnali dalla membrana al nucleo. Presenti in piccole quantità nelle cellule epiteliali umane normali, gli anticorpi monoclonali sono utilizzati a scopo terapeutico perché impediscono la trasmissione dei segnali della periferia al nucleo cellulare.

Altri tentativi sono stati realizzati somministrando cellule T a topi ed in pazienti affetti da alcuni tipi di neoplasie ottenendo risultati parziali e, quindi, non definitivi. Sono stati, inoltre, adottati vaccini contro i tumori che non hanno permesso conclusioni positive anche perché la loro somministrazione ha prodotto reazioni negative consistenti in manifestazioni autoimmunitarie (dermatiti, coliti, epatiti, infiammazioni ipofisarie).

Migliori risultati sarebbero stati realizzati con vaccini contro neoplasie associate a virus come, ad esempio, il tumore del collo dell'utero che è causato, con tutta probabilità, da processi infiammatori cronici dovuti ad alcuni ceppi del virus del papilloma (HPV). I vaccini allestiti contro l'HPV sembrano conferire protezione preventiva del tumore vicino al 100% (da Olivera e Finn, 2008).

Interleuchine

Si tratta di proteine secrete dai leucociti durante la risposta immunitaria, appartenenti alla famiglia delle citochine: le interleuchine vengono suddivise in linfochine e monochine, a seconda che vengano secrete principalmente da linfociti o da monociti.

Mediante la secrezione di queste molecole, un leucocito può guidare l'attività di un altro leucocito costituendo, così, uno dei principali meccanismi della comunicazione tra le cellule del sistema immunitario.

La capacità di stimolare l'attività anticorpale delle cellule del sistema immunitario, può essere, quindi, esplicata dalla produzione di diverse interleuchine.

Immunofenotipizzazione linfocitaria

Tale tecnica consente, attraverso l'impiego di metodi immunologici che utilizzano anticorpi monoclonali diretti contro antigeni di superficie, intracitoplasmatici o intranucleari, di riconoscere e quantizzare i linfociti.

Pidotimod

Tra le possibilità di stimolazione del sistema immunitario occorre ricordare la, relativamente, recente sintesi di una molecola, il pidotimod (acido piroglutamil- L. tiezolidin – carbossilico) che agisce regolando la risposta immunitaria cellulare. Il pidotimod potenzia, infatti, le funzioni timiche

inducendo la piena immunocompetenza dei linfociti T, cui è affidato il ruolo di potenziare e coordinare l'immunità.

È stato sperimentalmente constatato che il pidotimod in "vivo" influenza positivamente l'apoptosi delle cellule tumorali e l'attività delle Natural Killer favorendo, inoltre, la capacità fagocitante dei granulociti e stimolando i macrofagi, cellule queste deputate a captare l'antigene ed a presentarlo sulla loro superficie in associazione con gli antigeni di istocompatibilità (Benedetti G.P. e coll., 1994; Du Xiao F. e coll., 2008).

Tuttavia, nonostante le promettenti premesse, questo prodotto (in commercio Polimod) è stato scarsamente provato nel campo delle neoplasie (Di Renzo M. e coll., 1997; Riboldi P. e coll., 2008).

Iperbarismo

Le cellule neoplastiche sono caratterizzate da alterazioni metaboliche ed energetiche che furono attribuite, da Warburg (1956), alla ridotta capacità respiratoria e cioè all'ipossia dovuta a probabile alterazione mitocondriale.

Pertanto le cellule tumorali, per rimediare al deficit respiratorio, e per raggiungere i livelli energetici necessari alla sopravvivenza, sono costrette ad elevare il proprio metabolismo glìcidico in uno stato di parziale anaerobiosi: aspetto metabolico deficitario che fu definito di "glicolisi aerobia". La ridotta capacità metabolica delle cellule neoplastiche può, pertanto, essere definita dalla seguente successione di eventi: ipossia - glicolisi aerobia – acidosi tessutale (Violante A., 1985; Lu H. e coll., 2002; Gaetenby R.A. e coll., 2004).

Ossigenoterapia

Da quanto esposto è derivato il proposito di utilizzare l'ossigeno-terapia quale mezzo adeguato a risolvere, o almeno ad attenuare, i difetti metabolici negli organismi affetti da tumori: Il mezzo più adatto allo scopo si è rivelato l'iperbarismo.
Studi recenti hanno dimostrato che l'ossigeno iperbarico inducendo aumento della pressione dell'ossigeno nei tessuti, produce degli effetti positivi nell'organismo svolgendo sia azione antinfiammatoria che antibatterica, favorendo la produzione di collagene e stimolando il sistema immunitario.

Negli organismi affetti da tumore, lo stato di ipossia induce una maggiore aggressività nelle cellule neoplastiche, una riduzione della capacità apoptosica, un'instabilità genetica (la frequenza di mutazioni si calcola essere 5 volte più elevata delle cellule normali di controllo) nonché una maggiore resistenza ai chemioterapici ed una più elevata tendenza a metastatizzare.

Allo stato attuale si riscontrano, in letteratura, diverse ricerche sull'azione antineoplastica dell'ossigeno-terrapia iperbarica, "in vitro" (Kalns J. e coll., 1998; idem 1999; Sun T. e coll., 2004) ed in "vivo", sia potenziando la radio e le chemio-terapie (Granowitz E.V. e coll., 2005; Al Waili N.S., e coll.,2005), sia stimolando l'apoptosi (Weber S.U. e coll., 2009).

*** Anneo Violante, *Angelina Tedesco, ** Carmen Cassero**

**Cattedra di Analisi Cliniche*
Università "La Sapienza" - Roma
***Dipartimento di Genetica e Biologia Molecolare*
Università "La Sapienza" - Roma

LA NATURA*

Esistono molti possibili significati della parola natura. Questa entra, infatti, in tantissime nostre affermazioni, in contesti diversissimi e con un'infinità di sfumature: *Newton scoprì le leggi della natura*; *A primavera la natura si risveglia*; *Alla sopravvivenza dei cuccioli ci pensa la natura*; Vivere *secondo o contro natura*; *È nella natura delle cose*; *O natura, o natura, perché non rendi poi quel che prometti allor?*» e via discorrendo.

Tutte espressioni legittime in sé, ma che costituiscono un insieme piuttosto eterogeneo. Oggi, in particolare, si parla sempre più spesso di una natura concepita, più o meno consapevolmente, come una realtà unitaria e quasi personalizzata, che viene contrapposta all'uomo, al suo mondo e al suo operato. Si tratta di un uso un po' disinvolto del termine natura. Dal canto mio, di questo termine vedo alme-

* Prima parte dello scritto di Edoardo Boncinelli apparso in "Idea di natura - 13 scienziati a confronto", curato da Elio Cadelo con la prefazione dì Corrado Clini.

no tre significati diversi, esaminiamoli, procedendo dal più vicino e concreto a quello più remoto e astratto.

In primo luogo c'è una visione tangibilissima della natura come insieme delle cose che ci circondano e che sono prevalentemente, ma non esclusivamente, di origine organica: gli alberi, i prati, i fiori, gli animali, il cielo, il mare, il sole, la luna e le stelle. È un inventario di cose e di eventi di cui il vivere quotidiano ci propone innumerevoli versioni e che i viaggi e i racconti arricchiscono continuamente.

Parliamo spessissimo di una *natura* definita in questo modo ma che spesso include molte cose che sono, in realtà, il risultato della millenaria interazione dell'uomo, cioè della sua cultura, con la natura vera e propria -che potremmo designare come natura- come il frumento, il granturco, le ciliege, i piselli, l'uva, le pecore, le mucche e via discorrendo. Tutte cose che, senza l'opera dell'uomo, non esisterebbero. Si tratta di una natura osservata e, quasi sempre, amata per quello che è: senza una riflessione necessariamente approfondita su quello che c'è dietro e sulla storia dei suoi singoli elementi. Questa è la natura della quale parliamo più spesso e che tendiamo a contrapporre all'uomo e alla sua cultura.

C'è poi una *natura* vista come reggitrice e ordinatrice dell'immensa varietà dei processi biologici, la cui azione ha portato tra le altre cose alla natura, ma anche all'uomo e, in definitiva, all'attuale natura. È una Natura con la maiuscola la cui azione è stata ipotizzata e cantata da tempi immemorabili e che ha ispirato innumerevoli riflessioni poetiche, da Mimnermo a Leopardi. La biologia degli ultimi due secoli e, soprattutto, il progressivo affermarsi di un punto di vista evoluzionistico ci hanno permesso di gettare un occhio nei suoi disegni e sempre più spesso di descriverne con precisione le manifestazioni.

Ma che cosa c'è dietro questo concetto, che ha tutte le caratteristiche di una personalizzazione? Esiste veramente una qualche volontà di contemperare le esigenze delle varie specie, di promuoverne all'occorrenza alcune e penalizzarne altre, di aumentare la diversità naturale delle specie e di spingere nello stesso tempo gli organismi viventi verso un grado di complessità sempre maggiore? Direi proprio di no.

Non solamente non esiste una volontà, ma non esiste neppure una forza centrale che realizzi tutto questo: quella che a noi può apparire come una forza organizzata è l'effetto del concorso di un numero enorme di fenomeni naturali, piuttosto che la loro causa. Si dice spesso che l'adozione di un punto di vista del genere ha profondamente disturbato una visione provvidenziale dell'operato della natura, «naturalmente» sollecita e premurosa nei nostri riguardi. In realtà si è trattato di molto più di questo.

E proprio il nostro stile di pensiero e la nostra propensione a interpretare ogni evento che sono stati colpiti, come dimostra il fatto che pochissime persone si riconoscono di buon grado e raramente del tutto in una visione così «fredda» e intollerabilmente laica. Laica, perché non solo dietro a tutto ciò non c'è alcuna necessità della presenza di un dio che presenti caratteristiche familiari, ma non c'è necessità di alcun dio di alcun tipo.

Fredda, perché in tutta l'immane vicenda non ci sono né buoni né cattivi: non c'è niente e nessuno da amare e ringraziare e niente da odiare e deprecare. O per lo meno non c'era niente, finché a qualcuno non è venuto in mente di assegnare all'uomo moderno il ruolo del «cattivo» della storia.

Di più; per giudicare i fenomeni naturali non possiamo neppure utilizzare i valori che ci sono più familiari ed esprimere così giudizi di valore. Siamo abituati da tempo ad accettare il fatto che il leone non fa né bene né male ad abbattere la gazzella e a divorarla o che il cuculo non fa né bene né male ad approfittare di un nido non suo. Abbiamo, poi, qualche difficoltà in più ad accettare le grandi catastrofi naturali e le estinzioni di massa, talvolta di dimensioni apocalittiche. Ma oggi ci viene anche chiesto di accettare che alla base di tutto non ci sia che una ridda di spinte e controspinte molecolari, il cui regista, se di regista si può parlare, è il caso.

Il reale propulsore dell'evoluzione, la cui presenza si avverte appena come un ronzio nello scantinato, ma che è alla base di ogni evento evolutivo, è la continua comparsa di nuove mutazioni genetiche, in ogni istante, in ogni specie. Gli effetti di questa incoercibile creazione di novità biologiche passano, poi, al vaglio dell'ambiente circostante che seleziona, positivamente o negativamente, gli individui portatori di tali novità.

A questa azione di filtro e di collimatore si da il nome di selezione naturale: questa espressione rende molto bene l'idea che sta dietro i fenomeni evolutivi, a patto che venga interpretata correttamente, che non si pensi cioè a un'entità precisa che

compie questa selezione. Non solo non c'è nessuno che mette in atto consapevolmente una selezione, ma non c'è nessuna forza unitaria alla base di questa impresa.

Avviene e basta, ovunque e in ogni stagione: noi possiamo solo constatare gli effetti di tale processo e assai raramente prevederli. Qualcuno che vuole apparire più moderno, ma che non sa rinunciare a una visione progressiva e direzionale dei fenomeni evolutivi, invoca fantomatici processi di autopoiesi, di autorganizzazione o di una non meglio definita spinta naturale verso una complessità biologica crescente. Di tutto questo non c'è alcuna evidenza e, soprattutto, non ce n'è alcun bisogno: i meccanismi alla base del processo evolutivo sono chiari mentre il progettista e il supervisore mancano.

Il fondamento e la legittimazione dell'esistenza di un'ipotetica *natura* riposano interamente sull'osservazione della natura stessa. Ovviamente in tutte queste vicende noi esseri umani siamo in grado di individuare e seguire un certo numero di storie di senso compiuto, una successione di eventi, un significato, ma ciò è dovuto esclusivamente ai poteri e ai limiti, tremendi e quasi innaturali, di quello che costituisce il centro e il culmine della natura, vale a dire la mente dell'uomo.

E veniamo al terzo significato, il più ampio di tutti, della parola *natura*: diciamo natura, come entità ancora più astratta e onnipervasiva che regge i moti dell'intero universo, animato e inanimato, con la forza delle sue leggi, le cosiddette «leggi di natura» appunto. Il concetto di legge naturale ha almeno un paio di debiti storici: da una parte, nasce da una visione «normativa», meglio ancora «universalmente normativa», tipica del diritto occidentale. Dall'altra, la concezione religiosa di un Dio benevolo e razionale che ha creato e regge l'universo ha portato a pensare che il tutto non possa che obbedire a leggi universali e invariabili che Lui stesso ha stabilito e di cui si fa garante.

Tali leggi lo scienziato deve solo individuare e spiegare, anche se tale opera diviene sempre più ardua via via che se ne individuano sempre di più. Al momento sembra, tanto per dirne una, che la materia della quale siamo fatti e le cui proprietà conosciamo bene non rappresenti che un 3 -5 % della materia di cui è fatto l'universo!

Una visione del genere è stata molto utile per lo sviluppo stesso della scienza occidentale e gioca tutt'oggi un ruolo fondamentale sul piano psicologico, ma in una visione più disincantata e secolarizzata, chi garantisce che queste leggi siano le stesse in ogni angolo del creato e in ogni istante della sua storia? E prima ancora, siamo sicuri che le cose stiano così?

Non conosciamo al momento alcun fenomeno che possa far pensare che le leggi della fisica non siano le stesse in ogni parte dell'universo e molte teorie sull'origine e sull'evoluzione dell'universo stesso assumono che le medesime leggi valessero sostanzialmente anche nei primi istanti di vita dell'universo. Se vogliamo essere rigorosi, però, nessuno può garantire *a priori* che sia così.

Se qualcuno trovasse che in qualche angolo remoto del ciclo le leggi fossero un po' diverse da quelle che noi conosciamo, non saremmo autorizzati a dubitarne e a lamentarcene, anche se ce ne stupiremmo non poco. O forse non avremmo modo di stupircene.

Se queste leggi anomale non restassero confinate in uno spazio definito ma si diffondessero nell'universo, è molto probabile che noi non avremmo neppure il tempo per accorgercene, e certo non ne serberemmo il ricordo. Noi siamo figli dell'universo quale lo conosciamo oggi e non potremmo probabilmente tollerare troppe variazioni.

Il fatto che noi esistiamo è, in fondo, la garanzia dell'uniformità e della regolarità dei processi naturali ma proprio per questo rappresentiamo una sorta di garante non garantito. Da un momento all'altro possiamo essere spazzati via da un'insignificante perturbazione nella fabbrica dell'universo.

Il cammino storico è proceduto, a dire il vero, nel senso opposto a quello della nostra esposizione: prima viene la natura, poi, probabilmente soltanto su questo pianeta, la natura e, infine, l'attuale natura, mentre la natura non rappresenta che un costrutto ipotetico. Anche lo status delle tre idee di natura è diverso: la *natura* è un insieme di leggi, per quel che ne sappiamo universali; la *natura* è un meccanismo esplicativo, specifico, locale e semiempirico; mentre la *natura* coincide con tutto quello che esiste al momento sulla Terra. Nessuno sa che cosa potrebbe essere, infine, la natura ma buona parte dei discorsi che si ascoltano oggi vertono sulla differenza, variamente ricostruita, fra *natura* e *natura.*

EDOARDO BONCINELLI
Professore emerito, Università Vita e Salute di Milano

I TEMPI DELL'EVOLUZIONE BIOLOGICA

Il 25 febbraio 1939 il paletnologo Alberto C. Blanc scoprì un cranio fossile di uomo di Neandertal nella grotta Guattari sul monte Circeo (100 km a sud di Roma). Le prime ossa di Neandertal erano state trovate 80 anni prima nella valle del Neander vicino a Düsseldorf. L'ominide era stato considerato inizialmente come l'anello mancante fra primati e uomo. Sapeva costruire arnesi di pietra scheggiata. Aveva arcate sopracciliari sporgenti e una capacità cranica maggiore di quella nostra. Era molto robusto. Nessuno ha mai suggerito che fossero discendenti di quell'antico Neandertal gli animali in cui la maga Circe aveva trasformato alcuni compagni di Ulisse.

Invece taluno volle identificare i Neandertal con i nephilim – i giganti contemporanei di Noè (9 generazioni dopo Adamo) di cui la Bibbia (Genesi 6,4) dice che si accoppiavano con le figlie degli uomini. Pare che i Neandertal abbiano vissuto per qualche millennio insieme agli homo sapiens in varie parti dell'Europa meridionale, ma non è sicuro che fossero interfecondi.

Il Prof. Blanc tentò di stabilire quando fosse vissuto l'uomo del Circeo basandosi sui calcoli di Milankovitch che l'ingegnere serbo aveva pubblicato l'anno prima. La curva, così, costruita mostrava gli effetti sull'energia solare irradiata sulla Terra di tre variazioni: dell'eccentricità dell'orbita terrestre (periodo di 100.000 anni), dell'inclinazione dell'asse terrestre (periodo di 40.000 anni) e la precessione degli equinozi (periodo di 22.000 anni). Al loro variare cambia la radiazione ricevuta dalla Terra e si producono le ere glaciali. La stratigrafia della grotta suggeriva, quindi, che il cranio dovesse risalire all'ultima era glaciale e Blanc ritenne che il reperto risalisse a oltre 70.000 anni fa. Ma l'orologio climatico di Milankovitch non è molto preciso.

Per stabilire con maggiore precisione la data, si dovette aspettare la scoperta fatta da Willard Libby due decenni più tardi. Il bombardamento dell'atmosfera da parte dei raggi cosmici trasforma alcuni atomi di azoto in carbonio 14 (^{14}C) perché un neutrone va a sostituire un protone. Il carbonio 14 è radioattivo e si combina con 2 atomi di ossigeno a formare anidride carbonica, il cui carbonio radioattivo viene incorporato dai vegetali e gradatamente da ogni essere vivente. Sappiamo bene che ogni sostanza organica contiene carbonio: in tutti (animali e piante) il carbonio 14 radioattivo è solo un millesimo di un miliardesimo del totale.

Quando la pianta secca o l'animale muore, lentamente quel carbonio radioattivo decade –emette raggi beta e si trasforma di nuovo in azoto. L'organismo non ne riceve altro dall'ambiente circostante. Se si misura quanto ne resta, abbiamo un orologio abbastanza preciso che ci dice la data di quella morte: infatti la quantità del carbonio 14 si dimezza ogni 5730 anni. Lo determinò il chimico nucleare americano Willard F. Libby nel 1949, nel 1960 fu insignito del premio Nobel per quella scoperta. La tabella 1 riporta le percentuali rimaste dopo i tempi indicati nella prima riga.

Il cranio del Circeo, all'analisi del carbonio 14, risulta vecchio di circa 35.000 anni.

Si vede bene che questo orologio delle antichità biologiche funziona bene per 40.000 anni: dopo che è trascorso tale periodo, le quantità rimaste sono così piccole da diventare arduamente apprezzabili. Potremo solo dire che un reperto "è più vecchio di 40.000 anni". L'informazione è interessante ma, per datazioni più indietro nel tempo, bisogna ricorrere ad altri sistemi.

Datare reperti molto più antichi sembrava quasi impossibile fino a tempi recenti: nei primi anni del XIX secolo il geologo britannico William Smith produsse una mappa geologica accurata del territorio dell'Inghilterra e del Galles. Si basò sulle uniformità nei ritrovamenti di vari tipi di fossili anche nelle miniere di carbone: aveva capito che i vari strati di carbone –ma anche di minerali in altre zone– corrispondevano ad antichi depositi di sostanze organiche e inorganiche accumulatesi gra-

Dopo anni	5730	11.460	17.190	22.920	28.650	34.380	40.110	45.840
^{14}C residuo	50%	25%	12,5%	6,25%	3,12%	1,56%	0,78%	0,39%

Tabella 1

Isotopo radioattivo primitivo	Isotopo stabile risultante	Mezza vita in Giga-anni (miliardi di anni)
Potassio-40	Argon-40	1,25
Rubidio-87	Stronzio-87	48,8
Uranio-238	Piombo-206	4,47
Uranio-235	Piombo-207	0,704

Tabella 2

dualmente. Gli strati più profondi corrispondevano a depositi più antichi, se non erano stati disturbati da sconvolgimenti tettonici.

Così Smith produsse una datazione relativa delle varie specie di animali che si erano susseguite nelle aree che studiava in profondità. La teoria dell'evoluzione, che Darwin formulò alcuni decenni più tardi, avrebbe confermato la correttezza dei ragionamenti di Smith: in certi strati profondi nel Galles erano stati trovati i fossili più antichi. Il periodo cui risalivano fu chiamato Cambriano (Cambria era il nome romano per il Galles) e si stabilì che in questo periodo si fosse manifestata la vita sulla Terra. Non è così perché i fossili cambriani avevano gusci o scheletri: le forme viventi più antiche avevano solo parti molli e saranno individuate solo più tardi.

La datazione di queste epoche remote è stata fatta misurando la trasformazione degli isotopi radioattivi in altri isotopi stabili: la tabella seguente riporta i nomi degli isotopi e il tempo (mezza vita) per il dimezzamento delle quantità di quelli radioattivi.

Alla fine del paleozoico e nella transizione al mesozoico si verificarono eventi cataclismatici (ancora non spiegati) che portarono all'estinzione del 96% delle specie viventi. Per mezzo di questo "orologio" radioattivo si è datata a 251 milioni di anno fa questa tragedia immane che stava per estinguere del tutto la vita sulla Terra.

Roberto Vacca

NOTIZIARIO

Meno carne per il benessere del corpo e del pianeta

Ridurre del 30% il consumo di carne eviterebbe 18.000 morti premature in Gran Bretagna. È uno dei dati emersi da uno studio di ricercatori inglesi e australiani che, usando modelli predittivi, hanno concluso che mangiare meno carne ridurrebbe le emissioni di anidride carbonica nell'atmosfera, contribuendo a contrastare i cambiamenti climatici, e gioverebbe alla salute della popolazione mondiale. Ovviamente i maggiori vantaggi sarebbero per i Paesi che oggi producono molta carne. I ricercatori hanno mostrato con i loro modelli che migliorando l'efficienza degli allevamenti, riducendo il loro uso di combustibili fossili e tagliando del 30% la produzione di bestiame da macello nelle nazioni che più consumano carne si otterrebbe un significativo abbattimento delle emissioni di CO_2. In più, mangiare meno grassi saturi di origine animale sarebbe un importante vantaggio per la salute. In Gran Bretagna, secondo i ricercatori, tagliare del 30% il consumo di carne e grassi animali ridurrebbe del 17% il numero di morti premature causate dalla malattie cardiache, in pratica 18.000 decessi in meno in un anno. In Brasile, si potrebbero evitare ogni anno 1.000 morti premature. Ma quanto pesa l'allevamento di bestiame sul clima? Secondo la FAO, il 18% di tutte le emissioni di gas serra derivano proprio dalla produzione di carne e gli esperti dicono che l'aumento della domanda che arriva dai Paesi in Via di Sviluppo potrebbe far salire la produzione addirittura dell'85% nel 2030 rispetto ai livelli del 2000. Lo studio è stato pubblicato dalla rivista The Lancet come parte di una serie di ricerche sui cambiamenti climatici e il loro impatto sulla salute in vista del summit di Copenhagen. Per esempio, un altro studio che verrà presentato a Copenaghen, condotto da scienziati britannici, ha scoperto che ridurre il numero di macchine e scegliere invece di camminare o andare in bicicletta avrebbe un maggiore impatto sulla salute (e l'ambiente) rispetto a usare veicoli a basse emissioni, specialmente nei Paesi ricchi. Secondo Andrew Haines, direttore della London School of Hygiene and Tropical Medicine che ha coordinato tutte le ricerche, i delegati che parteciperanno al summit sul clima "devono comprendere il potenziale impatto delle loro decisioni sulla salute della popolazione mondiale".

RECENSIONI

Sacro e quotidiano. Una peculiare intersezione per costruire la storia

"*Galatina: tra storia dell'arte e storia delle cose*" è un volume che soddisfa le aspettative, pur scientificamente impostato non è affatto pedante e si fa leggere sia dal

lettore comune che dallo studioso vero e proprio. La scrittura è scarna e il libro è snello senza rinunciare, però, a fornire una "selva" di informazioni storiche, perlopiù di provenienza archivistica. Queste ultime delineano poi una storia strettamente legata all'arte e all'"*uomo artefice*" membro di una società articolata, complessa che si evolve nelle epoche e che si autorappresenta attraverso la monumentalità delle forme architettoniche scelte per le proprie chiese e per i propri palazzi.
"*Galatina: tra storia dell'arte e storia delle cose*" di Giovanni Vincenti (M. Congedo Editore, Galatina, 2009, ISBN 9788880868545; testo di 237 pagine, pubblicato con il numero 178 all'interno della collana "*Biblioteca di Cultura Pugliese*" fondata da Michele Paone e diretta da Mario Congedo) è l'analisi di tutta una tessitura urbana letta ed interpretata nel suo divenire. È un'indagine che punta l'attenzione su una serie di chiese anche minori (e fare questo è un grande merito) descritte nei loro elementi strutturali, architettonici e nelle loro vesti puramente decorative come le facciate, gli altari, le sculture, le quadrerie, i corredi in esse contenute. Senza che si trascuri il ruolo umano delle maestranze che, a vario titolo, hanno contribuito alla realizzazione dei monumenti descritti e dei loro ornamenti, il testo mostra l'intersezione di fattori sociali ed economici attraverso i momenti storici indagati (circa due secoli) grazie ad una lettura che appare dettata da una conoscenza sentita e vissuta della propria terra, qui



proposta con competenza, cultura e passione da un autore, il Vincenti, che, come dice nell'introduzione Mario Cazzato, "*…non è professionista di questi studi; ma forse per questo ha chiara la questione di fondo che, cioè, senza nuovi scavi archivistici non si va da nessuna parte. E quindi a partire dall'ormai lontano 1981 affida a periodici locali il frutto di queste riflessioni praticamente riscrivendo, rettificando e arricchendo il patrimonio di conoscenze sull'edilizia sacra cinque/seicentesca…*".
Infatti, il volume raccoglie, almeno nella sua seconda parte, un corpo di lavori dedicati alla storia dell'architettura civile e religiosa di Galatina: scritti nell'arco di oltre venticinque anni e pubblicati in numerose riviste provinciali *leccesi* o periodici *galatinesi*. Insomma, una raccolta armonizzata di studi, necessaria ad evitare che vi sia una dispersione del ricordo di una documentazione accumulata negli anni storiograficamente notevole e utile ad esaltare informazioni e documenti della architettura religiosa *salentina,* che non hanno assolutamente una destinazione "locale" proprio per l'indicazione degli artisti e dei personaggi citati.
Del tutto nuova ed inedita, invece, è la prima parte del volume, dedicata a: "*La chiesa e la confraternita di "Santa Maria della Misericordia seu de li Battenit" tra storia, arte e devozione*" che occupa il maggior numero di pagine del testo e che, come scrive l'autore, contiene un "*corposo contributo riservato a quell'edificio religioso ed alla sua antica confraternita … rimasto sin qui privo di uno specifico e documentato studio che lo sollevasse dall'anonimato …*". Esce certamente dall'anonimato, grazie al Vincenti, questa chiesa che, collocabile nel XV secolo, possiede un portale caratterizzato dall'accogliere al suo interno una pregevole scultura della "Madonna della Misericordia" che apre il suo manto ai confratelli, fornendo sintesi ed espressione del culto. Nel capitolo sono descritti tutti gli elementi che definiscono artisticamente e architettonicamente l'edificio, oltre ad un inquadramento del credo cui esso è dedicato, inserendolo in un contesto molto ampio e non soltanto pugliese.
L'autore si sofferma sul fatto che in esso si colloca "*la più antica delle altre congreghe di Galatina*" e descrive minuziosamente il già citato portale fornendone numerosi dettagli, poiché questi sono indispensabili alla comprensione dei rapporti *galatinesi* e pugliesi tra arte e religione nonché per capire "*…le generali correnti artistiche del tempo … considerando ulteriori serie documentarie inerenti alle qualità formali del monumento*".
Trova, infine, che il primo esempio di portale con tipologia affine è quello della chiesa di S. Francesco da Paola di Lecce, costruita in un arco temporale tra il 1524 ed il 1527.
L'origine del culto popolare alla Madonna della Misericordia è certamente molto antico, come quello della devozione che ne fa protettrice di arti e corporazioni, baluardo e difesa contro le pestilenze (ed in questo impianto il capitolo supera il localismo per l'antica diffusione europea della venerazione stessa) legata a quel movimento dei confratelli *"battuti*" che si flagellano e che, come dimostrano il colore del cappuccio e vesti, sono diffusi in altre realtà regionali dove prestano la loro opera assistenziale con il nome de "*i Bianchi*". La ricca *Appendice* al capitolo, che descrive indulgenze ed i privilegi concessi a questa Confraternita, permette di capirne, infine, l'attività, la vita, la funzione e la spiritualità.
Nel volume sono, inoltre, tracciate le storie di numerose altre chiese, come quella del Carmine di Galatina, delle Anime e delle Clarisse; per passare attraverso capitoli stimolanti e di alto profilo culturale come "*Contributi alla storia dell'architettura religiosa*", "*Architetti e maestranze in Galatina nel Settecento*" ed altri dedicati alle chiese del Settecento. Il volume si chiude con il capitolo sul "*Palazzo Tondi-Vignola*": un esempio di architettura civile gentilizia nato come modello della "*…sorprendente attività edilizia … degli ultimi decenni della seconda metà del '700 … ad opera di un facoltoso patriziato emergente*" che volle ostentare, attraverso l'abitazione, il proprio *status sociale* nonché il proprio potere. Nel recensire questo libro è importante evidenziare anche l'apporto bibliografico e l'apparato iconografico che sono davvero imponenti e mirati. È il caso della serie di documenti posti in appendice

che, come ben sanno gli storici ed i ricercatori, sono di fondamentale importanza in quanto permettono una lettura diretta dei testi originali studiati oltre ad essere prova della profondità e dell'accuratezza della ricerca effettuata dall'autore e, quindi, indice di trasparenza, spirito scientifico e desiderio di mettere in discussione o almeno a disposizione quanto scoperto e rielaborato. Ciò che colpisce del testo, inoltre, è proprio l'interdisciplinarità che tradisce l'estrazione scientifica e tecnica dello scrittore oltre che l'enorme padronanza della materia trattata (dati i numerosi collegamenti e spunti inseriti nella narrazione), un'approfondita conoscenza ed un gusto storico- artistico con una piacevole disinvoltura nel riferire "fatti" che in realtà provengono da una faticosa ricerca archivistica. Dunque, dal volume di Giovanni Vincenti emerge, senza prosopopea e senza volerlo, lo spessore culturale dello scrittore stesso che "semplicemente" riscopre storie e spunti rileggendo una città che non è solo legata al culto ed alla religione, ma che è il risultato della evoluzione di una serie di condizioni ambientali e socio-economiche in una terra che sin da tempi remoti è stata oggetto di viaggi e di transiti commerciali, militari, ma soprattutto è stata "corridoio" di culture straniere e di idee. Per concludere, oltre alla apertura mentale e all'entusiasmo che sono patrimonio di questa terra, ricordiamo che il volume è stato reso possibile grazie all'indispensabile contributo di "Colacem": un importante gruppo cementiero italiano che, attraverso "Colacem per la cultura", da tempo è molto attento, sensibile e attivo nel sostenere e stimolare le varie espressioni della cultura e dell'arte, anche attraverso la divulgazione, la salvaguardia e la memoria di argomenti locali.



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.

www.sipsinfo.it

SCIENZA E TECNICA *on line*

LA SIPS, SOCIETÀ ITALIANA PER IL PROGRESSO DELLE SCIENZE - ONLUS, trae le sue origini nella I Riunione degli scienziati italiani del 1839. Eretta in ente morale con R.D. 15 ottobre 1908, n. DXX (G.U. del 9 gennaio 1909, n. 6), svolge attività interdisciplinare e multidisciplinare di promozione del progresso delle scienze e delle loro applicazioni organizzando studi ed incontri che concernono sia il rapporto della collettività con il patrimonio culturale, reso più stretto dalle nuove possibilità di fruizione attraverso le tecnologie multimediali, sia ricercando le cause e le conseguenze di lungo termine dell'evoluzione dei fattori economici e sociali a livello mondiale: popolazione, produzione alimentare ed industriale, energia ed uso delle risorse, impatti ambientali, ecc.

Allo statuto vigente, approvato con D.P.R. n. 434 del 18 giugno 1974 (G.U. 20 settembre 1974, n. 245), sono state apportate delle modifiche per adeguarlo al D.Lgs. 460/97 sulle ONLUS; dette modifiche sono state iscritte nel Registro delle persone giuridiche di Roma al n. 253/1975, con provvedimento prefettizio del 31/3/2004.

In passato l'attività della SIPS è stata regolata dagli statuti approvati con: R.D. 29 ottobre 1908, n. DXXII (G.U. 12 gennaio 1909, n. 8); R.D. 11 maggio 1931, n. 640 (G.U. 17 giugno 1931, n. 138); R.D. 16 ottobre 1934-XII, n. 2206 (G.U. 28 gennaio 1935, n. 23); D.Lgt. 26 aprile 1946, n. 457 (G.U. - edizione speciale - 10 giugno 1946, n. 1339). 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.

CONSIGLIO DI PRESIDENZA:
Carlo Bernardini, presidente onorario; *Maurizio Cumo,* presidente; *Francesco Balsano,* vicepresidente; *Mario Alì, Vincenzo Barnaba, Vincenzo Cappelletti, Cosimo Damiano Fonseca, Salvatore Lorusso, Elvidio Lupia Palmieri, Antonio Speranza,* consiglieri; *Alfredo Martini,* amministratore; *Enzo Casolino*, segretario generale.
Revisori dei conti:
Salvatore Guetta, Vincenzo Coppola, Antonello Sanò, effettivi; *Giulio D'Orazio, Roberta Stornaiuolo*, supplenti.

COMITATO SCIENTIFICO:
Michele Anaclerio, Mauro Barni, Carlo Bernardini, Carlo Blasi, Elvio Cianetti, Waldimaro Fiorentino, Michele Lanzinger, Gianni Orlandi, Renato Angelo Ricci, Fiorenzo Stirpe, 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).

SCIENZA E TECNICA
mensile a carattere politico-culturale e scientifico-tecnico

Dir. resp.: Lorenzo Capasso

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 ed amministrazione: Società Italiana per il Progresso delle Scienze (SIPS) Viale dell'Università 11, 00185 Roma • tel/fax 06.4451628 • sito web: www.sipsinfo.it - e-mail: sips@sipsinfo.it • Cod. Fisc. 02968990586 • C/C Post. 33577008 • UniCredit Banca di Roma • IBAN IT54U0300203371000400717627 Università di Roma «La Sapienza», Ple A. Moro 5, 00185 Roma.
Stampa: Tipografia Mura - Via Palestro, 28/a - tel./fax 06.44.41.142 - 06.44.52.394 - e-mail: tipmura@tin.it
Scienza e Tecnica print: ISSN 1590-4946 • Scienza e Tecnica on-line: ISSN 1825-9618