

scienza e tecnica



TRIMESTRALE DI INFORMAZIONE DELLA SOCIETÀ ITALIANA PER IL PROGRESSO DELLE SCIENZE

ANNO LXXIX - N. 537 gen.feb.mar. 2016 - 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

**CAMBIAMENTI CLIMATICI
E EQUILIBRIO TERMICO DELLA TERRA**

**IL SOLE E I LIMITI DELL'ENERGIA
SULLA TERRA**

**SCIENZA IN ORIENTE
10 ANI A SINGAPORE**



**IL TASSO ATMOSFERICO DI CO₂ CRESCE PIÙ
VELOCE MA NON MIRA AL LIVELLO PIÙ ALTO**



**RICORDO DI SEBASTIANO SCIUTI
CENTO ANNI DALLA NASCITA DI FELICE IPPOLITO**

**APERTA UNA NUOVA FINESTRA DI
OSSERVAZIONE SULL'UNIVERSO**

**LA CULTURA SCIENTIFICA
IN ITALIA E NEL LAZIO**



scienza e tecnica

Sommario

- 1** Cambiamenti climatici e equilibrio termico sulla terra
- 2** Il sole e i limiti dell'energia sulla terra
- 5** Scienza in oriente: 10 anni a Singapore
- 9** Ricordo di Sebastiano Sciuti
- 10** Il tasso atmosferico di CO₂ cresce più veloce ma non mira al livello più alto
- 11** Cento anni dalla nascita di Felice Ippolito
- 17** Aperta una nuova finestra di osservazione sull'universo
- 18** La cultura scientifica in Italia e nel Lazio

20 notiziario

Cancro alla prostata: scoperta trentina
Lanciato con successo il satellite Jason-3
"Maria Skłodowska Curie, ovunque la prima"
Batterie agli ioni di litio più compatte e più sicure
Il cuore cresciuto da cellule della pelle
I batteri che mangiano la plastica
Gli occhiali che donano la visione del colore ai daltonici
L'orecchio umano (funzionante) stampato 3D

SCIENZA E TECNICA

trimestrale a carattere politico-culturale e scientifico-tecnico

Direttore Responsabile: Lorenzo Capasso

Direttore Scientifico: Clara Balsano

ANNO LXXIX - N. 537 gen.feб.mar. 2016 - primo trimestre 2016

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 06.4451628 • www.sipsinfo.it • e-mail: sips@sipsinfo.it

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

UniCredit Banca di Roma • IBAN IT 88 E 02008 05227.000400717627 Università di Roma «La Sapienza», Ple A. Moro 5, 00185 Roma

Stampa: Mura S.r.l. - via Palestro, 35 - tel./fax 06.44.41.142 - e-mail: tipmura@tin.it

Scienza e Tecnica print: ISSN 0582-25800

CAMBIAMENTI CLIMATICI E EQUILIBRIO TERMICO DELLA TERRA

di CESARE SILVI*

agli inizi degli anni settanta del novecento, il prof. Giovanni Francia dell'Università di Genova condusse un dettagliato studio sugli effetti della costante e crescente produzione artificiale di energia da parte dell'uomo sull'equilibrio termico della terra, dal titolo *Il Sole e i limiti dell'energia sulla Terra*. Questo documento, non datato, ritrovato dallo scrivente nel febbraio 2005 nell'archivio del prof. Francia conservato dagli eredi, non mi risulta che sia mai stato pubblicato nella sua versione italiana completa. Con ragionevole certezza può ritenersi prodotto tra la fine del 1973 e gli inizi del 1974, avendone Francia pubblicata una versione in francese, con alcune variazioni non sostanziali, sulla «Revue internationale» d'héliotechnique della COMPLES (Coopération Méditerranéenne pour l'Énergie Solaire) del secondo semestre del 1974. Inoltre alcuni principali risultati dello studio sono sintetizzati in un articolo introduttivo del prof. Francia sul primo numero della rivista «Tecnologie d'avanguardia» della Finmeccanica dedicato a *L'energia del sole*.

Il punto di vista di Francia sull'equilibrio termico della Terra è stato da me illustrato in una relazione dedicata alle sue attività pionieristiche e presentata al Congresso mondiale dell'International Solar Energy Society, tenuto nell'agosto 2005 negli Stati Uniti. L'interesse suscitato per l'approccio di Francia mi ha suggerito di far conoscere più ampiamente il documento sopra citato. A tal fine l'ho trascritto come appare nelle pagine che seguono, essendo lo stesso in parte dattiloscritto e in parte manoscritto e quindi di non facile lettura. Faccio precedere la relazione del Prof. Francia da una mia breve sintesi.

Nel suo studio Francia concentra l'attenzione sulla temperatura della superficie della Terra che è la temperatura di equilibrio tra l'energia irraggiata dalla Terra nello spazio e l'energia ricevuta dal Sole. Per Francia, dai tempi storici, la produzione di energia termica sulla Terra, dovuta ai fenomeni naturali, è praticamente rimasta sempre costante, a parte le fluttuazioni derivanti dalle oscillazioni undecennali della potenza solare. Negli

ultimi due secoli alle produzioni di energia termica naturale si è aggiunta quella prodotta dall'uomo artificialmente con la combustione soprattutto delle fonti energetiche fossili.

Poiché la quantità di energia termica solare che raggiunge la Terra è alcune migliaia di volte la somma delle energie non solari e le incertezze sulla sua stima sono dell'ordine di grandezza di quest'ultime, a prima vista, secondo Francia, la modesta quantità di energia termica prodotta artificialmente dall'uomo potrebbe condurre alla conclusione che essa non abbia alcun effetto sull'equilibrio termico della Terra. Al contrario, Francia dimostra, con una serie di ragionamenti relativi al modo in cui le varie superfici (acqua, neve e terreno) assorbono e riflettono la radiazione solare, nei vari periodi dell'anno, estivi e invernali, e alle varie latitudini, che non è così.

Anzi, questa modesta quantità di energia termica prodotta artificialmente dall'uomo, e continuamente, se dovesse, nell'ordine di un secolo, raggiungere valori di alcune decine di volte superiori a quelli del 1974, produrrebbe secondo Francia fenomeni di instabilità termica della Terra con la nascita di una catena di eventi a retroazione positiva che potrebbero portare il nostro pianeta a un equilibrio molto lontano da quello di partenza, con velocità assai grandi rispetto alle capacità di adattamento degli esseri viventi.

Pertanto il prof. Francia conclude: «*sembrerebbe che la produzione di quantità, anche modeste, di energia sulla superficie della terra alteri il clima in modo drammatico e che si ponga fin d'ora la necessità di ricorrere all'energia solare che è l'unica che non comporti inquinamento termico*».

*GSES (Gruppo per la storia dell'energia solare)



Il punto di vista di un grande pioniere dell'energia solare degli anni sessanta e settanta del novecento, il Prof. Giovanni Francia (1911-1980)

IL SOLE E I LIMITI DELL'ENERGIA SULLA TERRA¹

di GIOVANNI FRANCIA*

Ci proponiamo di studiare le conseguenze che la produzione di energia da parte dell'uomo può avere sulla temperatura del pianeta. L'equilibrio termico della superficie terrestre richiede che tutta l'energia che arriva a questa sia irradiata nello spazio.

Energia irradiata dalla superficie della Terra

Con sufficiente approssimazione per il nostro lavoro, supporremo l'energia irradiata dalla Terra proporzionale alla quarta potenza delle temperature medie che indicheremo. Preso il coefficiente d'emissione $\sigma = 0,90$, e introducendo il fattore 0,4 per tener conto della protezione dell'atmosfera, con temperatura media $285^\circ\text{K} = 12^\circ\text{C}$, l'energia irradiata nello spazio sarà:

$$E = 0,4 \times 0,9 \times 4,96 \times (2,85)^4 = 117,8 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

cioè per tutta la terra e per un anno:

$$E_{\text{terra}} = 61.210 \times 10^9 \text{ tep/anno}^2$$

Energia ricevuta dalla superficie della Terra

Alla superficie della Terra arrivano: energia solare, energia geotermica, energia dei venti e maree, e infine energia prodotta dall'uomo. Le prime tre sono costanti dai tempi storici, salvo le fluttuazioni della potenza solare, peraltro inferiori a $\pm 4 \times 10^{-5}$: supporremo che esse, da sole, corrispondano all'irraggiamento di equilibrio di $117,8 \text{ kcal/m}^2\text{h}$. L'energia prodotta dall'uomo è divenuta importante solo nel nostro secolo e ha raggiunto oggi gli $8 \times 10^9 \text{ tep/anno}$, cioè 13×10^{-5} volte la potenza solare al suolo.

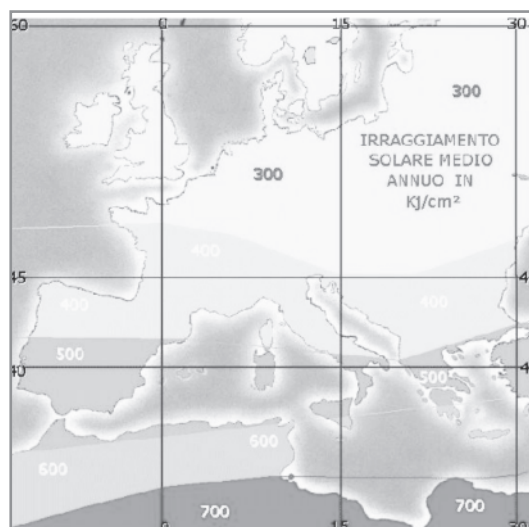
Rimandando a più avanti lo studio dei turbamenti che la necessità di irraggiare questi $8 \times 10^9 \text{ tep/anno}$ in più, provoca al clima, studiamo il caso di una produzione di energia 25 volte più grande, come si avrà, con l'accrescimento attuale, in 85 anni: $200 \times 10^9 \text{ tep/anno}$.

Equilibrio termico

La produzione e il consumo di questa energia non saranno uniformemente ripartiti sulla superficie terrestre: difficilmente -per quel che possiamo prevedere- essi concerneran-

no i mari e i deserti; mentre le aree abitabili, le più densamente popolate, saranno le maggiormente interessate. Limitiamoci all'emisfero settentrionale e supponiamo che il 50% di tutta l'energia, $100 \times 10^9 \text{ tep/anno}$, sia prodotta e consumata nelle terre situate a nord del 35° parallelo: USA, Canada, Europa, Russia, e una parte della Cina, per un totale di circa $50 \times 10^6 \text{ km}^2$.

Supporremo che l'energia prodotta in questa area sia irraggiata prima che possa distribuirsi su tutta la terra. L'energia che i $50 \times 10^6 \text{ km}^2$ devono irraggiare nell'anno aumenta di $100 \times 10^9 \text{ tep}$ equivalenti a $1,96 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}$, che è l'1,66% delle $117,8 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}$, irraggiamento medio annuo della terra. Affinché questo aumenti dell'1,66% bisogna che la temperatura assoluta aumenti col fattore = 1,00414: cioè, sempre riferendoci ai valori considerati, la temperatura aumenta di $0,00414 \times 285 = 1,18^\circ\text{C}$.



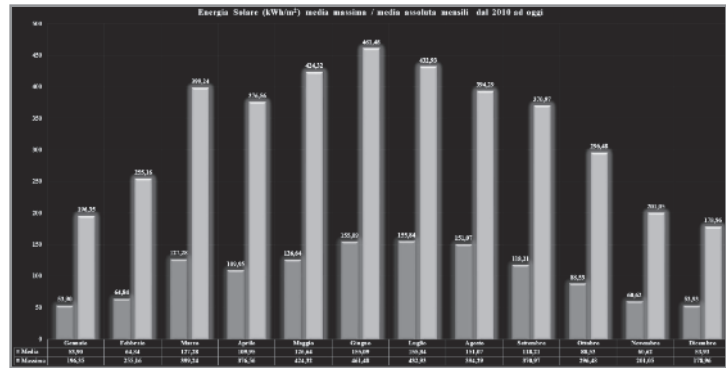
¹ Il testo di questo documento è la trascrizione di una relazione di 7 pagine, databile tra il 1973 e il 1974, in parte dattiloscritta in parte manoscritta, trovata nel febbraio 2005 nell'archivio del Prof. Giovanni Francia (1911-1980) conservato dagli eredi. Nel settembre 2005 l'archivio è stato donato dagli eredi, tramite il Gruppo per la storia dell'energia solare (GSES) e la Fondazione Michelletti, per il centro di storia dell'ambiente del costituendo Museo dell'industria e del lavoro di Brescia. Questa iniziativa rientra negli scopi del GSES che sono: promuovere lo studio e la conoscenza della storia dell'uso dell'energia solare (nelle sue forme dirette e indirette) con finalità di carattere sociale, civile e culturale; promuovere una maggiore consapevolezza sul funzionamento della Terra nonché sull'uso delle sue risorse naturali rinnovabili ai fini dello sviluppo umano e socio economico. Il GSES è un'organizzazione di volontariato senza scopo di lucro (ONLUS).

² Abbiamo posto 1 tep = $8,6 \times 10^6 \text{ kcal}$ per uniformarci al valore usato in altri lavori.

Le cose cambiano se consideriamo separatamente il semestre estivo e il semestre invernale. Nel semestre invernale il consumo di energia è maggiore: supponiamo³ $E_{\text{inverno}} = 0,65 \times 100 \times 10^9 = 65 \times 10^9 \text{ tep} / 50 \times 10^6 \text{ km}^2$, equivalenti a $2,55 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}$. L'irraggiamento terrestre è, invece, minore nell'inverno: supponiamo $92,113 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}$ corrispondenti alla temperatura media al suolo di $268^\circ\text{K} = 5^\circ\text{C}$.

Le $2,55 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}$ prodotte dall'uomo rappresentano il 2,77% delle $92,113 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}$ che la Terra irraggia d'inverno: la temperatura aumenta col fattore $= 1,00686$, cioè di $0,00686 \times 268 = 1,84^\circ$ centigradi. Consideriamo ora le isoterme invernali; e sia $85 \text{ km/}^\circ\text{C}$ il valore medio dell'inverno del gradiente della temperatura, all'isoterma zero; supponiamo, per semplicità, che la linea delle nevi coincida con la parte dell'isoterma zero che passa sulle terre emerse. Un aumento di temperatura di $1,84^\circ\text{C}$ sposta la linea delle nevi di $85 \text{ km/}^\circ\text{C} \times 1,84^\circ\text{C} = 156 \text{ km}$.

L'Europa, l'Asia e l'America coprono in media sull'isoterma zero 190° gradi di longitudine; tenendo conto delle sinuosità potremo considerare la linea delle nevi lunga 17.000 km . Lo spostamento della linea delle nevi interessa perciò una striscia di $17.000 \times 156 = 2,65 \times 10^6 \text{ km}^2 = 2,65 \times 10^{12} \text{ m}^2$. Questa striscia, prima ricoperta di neve, è ora acqua e terra. Il coefficiente di



assorbimento dell'energia solare, poco superiore al 10% per la neve, è 70% per la terra: il suolo liberato dalla neve assorbe perciò una maggior quantità di energia solare uguale al 60% del totale.

Supponiamo ora che l'energia solare al suolo, nei sei mesi invernali, sia di $98,2 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}$ (corrispondente a 500 kWh/m^2 semestre): l'area liberata dalla neve assorbe il 60% di questa potenza, cioè $0,6 \times 98,2 = 59 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}$ che, con la neve, erano riflesse e perdute nello spazio. La scomparsa della neve su $2,65 \times 10^{12} \text{ m}^2$ fa recuperare nel semestre invernale: $2,65 \times 10^{12} \times 59 = 156,35 \times 10^{12} \text{ kcal/h} = 79,67 \times 10^9 \text{ tep}$.

Siamo partiti dall'ipotesi che l'uomo produca nel semestre invernale $65 \times 10^9 \text{ tep}$ su una superficie di $50 \times 10^6 \text{ km}^2$; per disperdere questa energia nello spazio la temperatura aumenta di $1,84^\circ\text{C}$: con una modificazione del clima che comporta un maggior assorbimento di $79,67 \times 10^9 \text{ tep}$ di energia solare; ripetendo il ragionamento troveremmo che l'irraggiamento nello spazio di questi $79,67 \times 10^9 \text{ tep}$ richiede un aumento di temperatura di $2,2^\circ\text{C}$; e così via⁵.

³ Oggi circa il 30% dell'energia è consumato per il riscaldamento: nel semestre invernale si consuma il 65% del totale annuo.

⁴ Si noti che i $79,67 \times 10^9 \text{ tep}$ che noi consideriamo distribuiti su $50 \times 10^{12} \text{ m}^2$, nascono, in realtà, su una sottile striscia immediatamente adiacente alla linea delle nevi; questo esalta il fenomeno e compensa largamente l'aver trascurato la distribuzione dell'energia termica su tutta la Terra.

⁵ Sembra che si tratti di una successione che si fermi solo quando tutta la neve sia scomparsa; ma così non è per le seguenti ragioni.

a) Quando l'isoterma si sposta verso il polo del freddo il rapporto chilometri/grado diminuisce e la linea delle nevi si accorcia: gli aumenti di temperatura liberano aree via via minori.

b) Con l'aumentare della latitudine aumenta l'inclinazione dei raggi solari e diminuisce l'energia solare al suolo.

c) Il rapporto tra l'aumento di temperatura e l'energia da smaltire diminuisce, sia pur di poco, con l'aumentare della temperatura.

Dei tre punti i primi due sono determinanti; ed è subito evidente che essi sono legati alla forma sferica della Terra.

Paradossalmente si potrebbe dire che se la Terra fosse piana il fenomeno continuerebbe fino a completa scomparsa della neve. Il paradosso sta nell'impossibilità di avere un pianeta piano e, di più, parzialmente innevato: in effetti un disco piano con terra, acqua e atmosfera, che riceve dal Sole un'energia compresa tra $115 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}$ e $950 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}$ è in equilibrio stabile: sia quando è completamente coperto di neve (con coefficiente di assorbimento 0,10) alle temperature, rispettivamente:

$$100 = 159^\circ\text{K} = 114^\circ\text{C} \text{ e } 100 = 270^\circ\text{K} = -3^\circ\text{C}$$

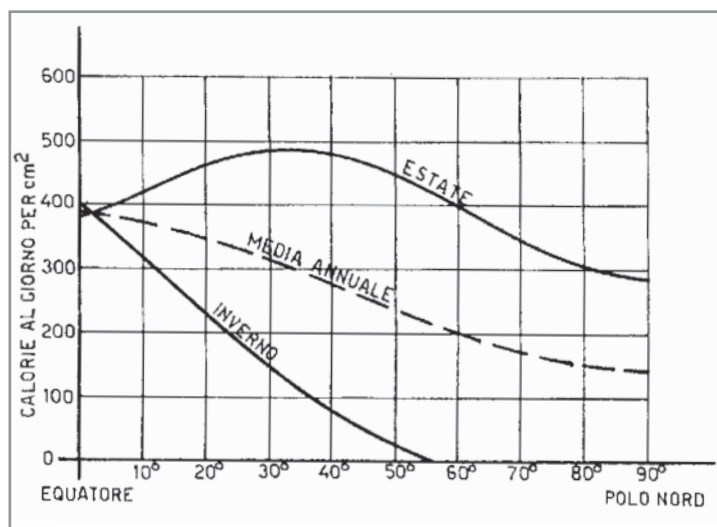
sia quando è tutto acqua e terra (con coefficiente di assorbimento 0,9) alle temperature, rispettivamente:

$$100 = 276^\circ\text{K} = +3^\circ\text{C} \text{ e } 100 = 468^\circ\text{K} = 195^\circ\text{C}$$

Per quanto l'argomento esuli dal nostro lavoro accenneremo al caso delle variazioni negative di energia.

Una sottrazione di energia alla superficie terrestre, come può venire da una anche minima diminuzione dell'energia solare, fa nascere una successione di salti termici negativi che spostano la linea delle nevi verso le zone calde.

Questa volta, però, lo spostamento della linea delle nevi aumenta il rapporto chilometri/grado $^\circ\text{C}$; poiché anche la lunghezza della linea delle nevi aumenta, le diminuzioni di temperatura coprono di neve aree via via maggiori. Inoltre la latitudine delle strisce via



Nasce una reazione a catena; l'effetto agisce sulla causa che lo ha generato nel senso di rafforzarla: l'iniziale piccolo aumento di temperatura innesca una serie di aumenti successivi, all'inizio addirittura divergenti, che possono portare a un equilibrio termico molto lontano dalla situazione di partenza⁶. Abbiamo considerato i soli 50 milioni di km² più densamente popolati dell'emisfero settentrionale; ma il fenomeno si allarga a tutta la Terra.

Le nevi e i ghiacci che si sciolgono aumentano il livello dei mari; parte della terra emersa, con coefficiente di assorbimento 0,7 viene coperta dall'acqua con coefficiente di assorbimento 0,95. Si guadagna così il 25% delle 130 kcal/m² h che arrivano dal sole; cioè 32,5 kcal/m² h. Se, per esempio, un trentesimo delle terre emerse viene ricoperto dall'acqua, l'energia guadagnata è $5 \times 10^{12} \times 32,5 \times 24 \times 365 / 8.600 \times 1.000 = 165,5 \times 10^9$ tep/anno. Inoltre l'acqua assorbe l'energia solare in profondità e non si scalda in superficie: essa irraggia secondo la quarta potenza della temperatura media; la terra assorbe l'energia solare in superficie, si scalda di giorno e si raffredda di notte, e irraggia secondo la media delle quarte potenze delle temperature, che è maggiore della quarta potenza della media. L'irraggiamento diminuisce dove la terra è coperta dall'acqua.

Un altro fenomeno si aggiunge. Per le inevitabili disuniformità della ripartizione delle sorgenti di calore possono formarsi isole termiche con densità di energia molto supe-

riore ai valori medi considerati. In queste isole, che d'inverno possono essere nel cuore della zona innevata, l'eccesso di energia termica fonde la neve creando una zona di più alto coefficiente d'assorbimento per l'energia solare. La maggior quantità di energia assorbita aumenta ancora la densità dell'energia termica e le isole si allargano ben al di là dell'area iniziale creando vaste aree ad alto assorbimento. Supposto di poter trascurare l'eventuale effetto contrario di altri fattori che possono intervenire nel fenomeno, la temperatura della Terra aumenta per l'aumento dell'energia assorbita e la diminuzione dell'energia perduta.

Ritorniamo al primo aumento di 1,84°C. Abbiamo visto che esso provoca una successione di aumenti di temperatura inizialmente divergente ma, per la sfericità della Terra, limitata. È possibile trovare questo limite: lo spostamento della linea delle nevi cesserà a quella latitudine e in quel microclima in cui l'energia solare assorbita dal suolo è, in media, uguale all'energia irraggiata dal suolo stesso, alla temperatura 0°C.

Meno facile è sapere se questo limite venga raggiunto e in quanto tempo. Infatti noi diciamo che per irraggiare 65×10^9 tep la temperatura della zona interessata deve aumentare di 1,84°C; che ciò aumenta di $79,67 \times 10^9$ tep l'energia da irraggiare; che questo comporta un nuovo aumento di 2,2°C della temperatura; e così via. Ma non siamo in grado di dire in quanto tempo la successione di aumenti di temperatura si realizza, cioè quale sia l'inerzia del fenomeno. Del resto noi siamo partiti da una produzione di energia di 200×10^9 tep/terra anno e ci troviamo di fronte a una specie di esplosione termica; ma non abbiamo tenuto conto del fatto che -se esplosione termica c'è- essa sarà cominciata ben prima.

via coperte di neve diminuisce; con questa diminuisce l'inclinazione dei raggi solari e perciò aumenta la quantità di energia solare che viene riflessa dalla neve.

La successione dei salti termici negativi, inizialmente divergente (è simmetrica a quella positiva) accentua la sua divergenza; e arriverebbe a una condizione di equilibrio con la superficie del pianeta tutta coperta di neve se il fenomeno non fosse arrestato dalla presenza dei mari sui quali la neve non si ferma. La temperatura di equilibrio della superficie del pianeta interamente coperto di neve, sarebbe

$$100 = = 164^\circ\text{K} = -109^\circ\text{C}$$

Invece, fino a 100×10^6 Km² di superficie innevata, la zona equatoriale resta nettamente sopra lo zero. Questa condizione, relativamente stabile, include le condizioni dei periodi glaciali.

⁶ Del resto la neve è un corpo "selettivo freddo" che scompare col calore e viceversa; e ciò crea equilibrio instabile.

Le condizioni della terra oggi

Viene così spontaneo di studiare la condizione della Terra oggi. Osserviamo intanto che la temperatura della Terra è stabile rispetto alle fluttuazioni undecennali di $\pm 4 \times 10^{-5}$ della potenza solare che corrispondono a variazioni di $\pm 2,8 \times 10^9$ tep/anno ogni undici anni sulla Terra; ma nulla ci assicura che sia stabile rispetto a una produzione continua (e crescente) di 8×10^9 tep/anno, come l'attuale. Supposto che i 7/8 di questa energia siano prodotti e consumati nei 50×10^{12} m² già considerati, avremo per i sei mesi invernali $0,65 \times 7/8 \times 8 \times 10^9 = 4,55 \times 10^9$ tep = $0,179$ kcal/m² h in eccesso; corrispondenti a un aumento di temperatura di

$0,13^\circ\text{C}$. Questo aumento libera dalla neve $0,188 \times 10^{12}$ m² che assorbono, nei sei mesi $5,64 \times 10^9$ tep la temperatura dei 50×10^{12} m² aumenta di $0,16^\circ\text{C}$: nasce dunque un secondo salto termico, maggiore del primo.

Continuando si troverebbero salti termici di $0,2^\circ\text{C}$, $0,24^\circ\text{C}$, ecc. Come si vede la successione è inizialmente divergente; il limite della sua somma è lontano perché lo spostamento della linea delle nevi (circa 11 km per il primo salto termico) è molto lento. Sembrerebbe che la produzione di quantità, anche modeste, di energia sulla superficie della Terra alteri il clima in modo drammatico e che si ponga fin d'ora la necessità di ricorrere all'energia solare che è l'unica che non comporta inquinamento termico.

*Istituto di Meccanica Applicata alle Macchine
dell'Università di Genova
Consulente della Società Ansaldo Elettromeccanica di Genova

SCIENZA IN ORIENTE: 10 ANNI A SINGAPORE

di ANTONIO BERTOLETTI*

Secondo I calcoli dell'OECD (OECD Science, Technology and Industry Outlook), nel 2020 la sola Cina investirà in ricerca più dell'Europa e degli Stati Uniti. Può l'Oriente divenire una possibile meta professionale per ricercatori italiani? E quali potrebbero esserne i motivi?

Quest'anno saranno 10 anni che lavoro a Singapore, inizialmente (2007-2012) ad ASTAR, Agency of Science Technology and Research e poi (2012-2016) a Duke-NUS Medical School, dirigendo un laboratorio di ricerca sull'immunopatogenesi del virus dell'epatite B (HBV). È stata, ed è, un'esperienza professionale appagante e una scelta di cui io e anche la mia famiglia non ci pentiamo. Ma è una scelta che può essere estesa? Quali sono i vantaggi e gli svantaggi nello sviluppare la propria carriera di ricerca scientifica in Oriente?

Quando ho deciso di emigrare a Singapore e perché

Mi sono laureato in Medicina e poi specializzato in Malattie Infettive all'Università di Parma e da più di 30 anni mi sono sempre interessato di problemi immunologici con-

nessi all'infezione da HBV: un virus straordinario. Non approfondirò qui le ragioni di quest'affermazione, per me ovvie, ma per giustificare un minimo la mia "ossessione/passione", mi piace sottolineare che HBV appartiene a una famiglia di DNA virus che infettava uccelli preistorici nell'era Mesozoica (Suh A. et al., *The genome of a Mesozoic paleovirus reveals the evolution of hepatitis B viruses*. *Nature Communications*. 2013; 4:1791-1797).

Il virus si è evoluto con la specie umana (Paraskevis D. et al., *Dating the origin and dispersal of hepatitis B virus infec-*



tion in humans and primates. *Hepatology*. 2013;57(3):908-916) provocando però malattie in una percentuale minore nei soggetti infettati e quasi esclusivamente in età adulta (Gerlich WH., *Medical virology of hepatitis B: how it began and where we are now*. *Virology Journal*. 2013;10(1):239).

Per un ricercatore interessato alla risposta immunologica contro le infezioni virali, un virus di questo genere dà la possibilità di studiare nell'uomo le sofisticate strategie che questi piccoli organismi hanno acquisito per sfuggire o modificare la risposta immunitaria antivirale.

Ci sono altre due importanti aspetti di HBV che devono essere sottolineate: si calcola che i 2/3 della popolazione mondiale di individui infettati da HBV, stimata in circa 400-500 milioni, viva in Asia dove l'infezione verticale da madre a figlio è la modalità prevalente di diffusione del virus. Dall'altra esiste un ottimo vaccino protettivo contro HBV che, in futuro, potrà diminuire i casi di infezione. Tuttavia, ancora oggi, in Asia, abbiamo una grande quantità di pazienti infettati cronicamente.

Questi pazienti, anche se trattati con farmaci antivirali, sono a rischio di sviluppare un hepatocarcinoma, anche perché i farmaci attuali a nostra disposizione, inibiscono la replicazione del virus senza riuscire a elimi-

narlo. Inoltre, l'efficacia del vaccino nella prevenzione della trasmissione verticale è limitata rispetto a quella che avviene per via sessuale e le conseguenze dell'infezione verticale sulla maturazione del sistema immunitario del neonato presenta aspetti di ricerca controversi, che devono essere obbligatoriamente studiati nell'uomo e non in modelli animali.

I modelli animali, infatti, per lo studio della patogenesi della malattia hanno molte limitazioni, dato che HBV può infettare e replicare solo in epatociti umani (Per un approfondimento: Tan A. et al., *Immune Response in Hepatitis B Virus Infection*. *Cold Spring Harb Perspect Med*. 2015;5(8): a021428).

Lavorare in Asia, per un ricercatore interessato al virus B dell'epatite, significa anche avvicinarsi al centro del problema e questo tipo di considerazioni, 10 anni fa, hanno giocato un ruolo importante sulla mia decisione di lasciare l'University College of London e accettare l'offerta della Agency of Science Technology and Research di Singapore per iniziare un nuovo programma di ricerca su HBV.

Sarei però ipocrita nel definire l'aspetto scientifico l'unico motivo della mia decisione. Certo l'aver a disposizione una vasta popolazione di pazienti ben selezionati è importante. Tuttavia, per fare ricerca ci vogliono anche strutture adeguate, fondi e un ambiente scientifico stimolante.

Dieci anni fa questi aspetti "fondamentali" iniziavano a essere presenti a Singapore: il governo aveva deciso di investire in ricerca, aveva creato infrastrutture all'avanguardia, e il "core package iniziale" dato a ricercatori che volevano fondare un nuovo laboratorio era generoso. L'offerta era ottima, le prospettive scientifiche allettanti: la scelta non è stata difficile, come si potrebbe pensare.

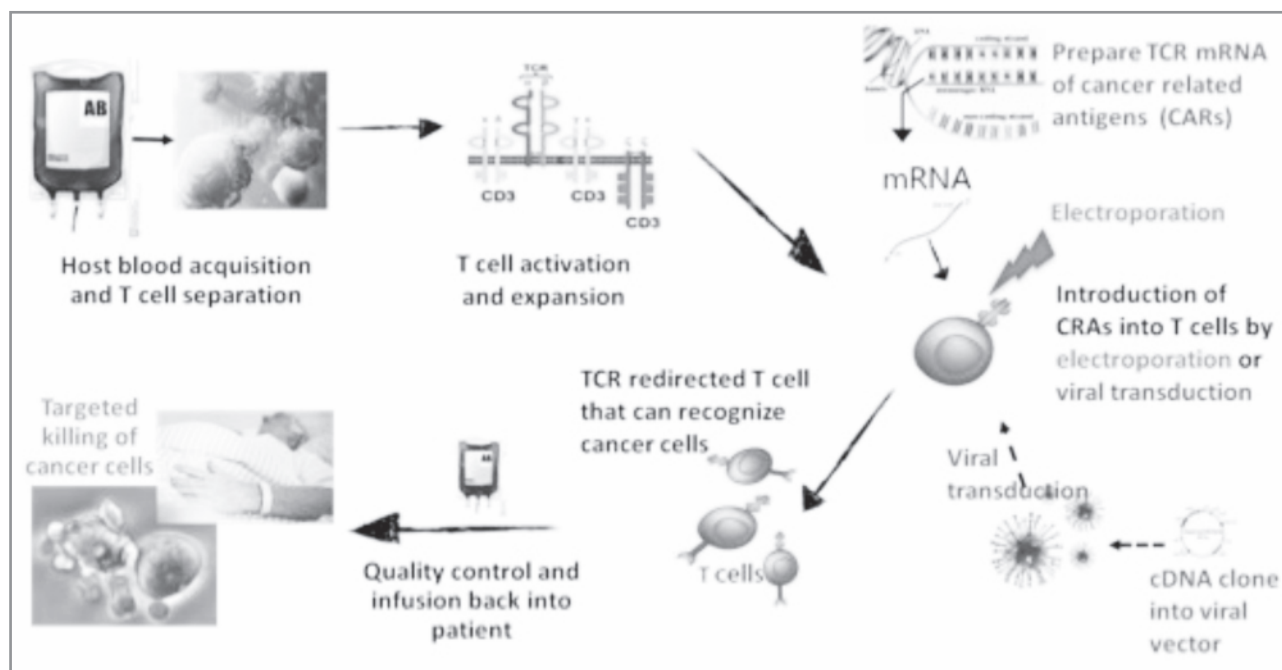


Fig. 1 - Schema terapia immunologica con "TCR-redirected T cells"



Scorcio di Biopolis - Singapore

Non me ne sono pentito: in 10 anni, il nostro gruppo ha fatto ricerca di buon livello su HBV. Sono particolarmente soddisfatto dei risultati ottenuti nello studio dell'infezione verticale da HBV, una ricerca effettuata anche in collaborazione con realtà italiane (Università e Ospedale di Parma), che ipotizza un rapporto simbiotico tra HBV e l'uomo. (Hong M, et al., *Trained immunity in newborn infants of HBV-infected mothers. Nature Communications*. 2015;6:1-12).

Abbiamo dimostrato che l'immunità dei neonati venuti in contatto con HBV è molto efficiente nel controllo di infezioni batteriche, suggerendo che il virus possa "allenare" il sistema immunitario fetale prima della nascita.

Sono anche veramente contento che il lavoro di tanti anni sulla caratterizzazione della risposta T linfocitaria contro HBV ci abbia permesso di sviluppare una terapia immunologica contro il tumore del fegato HBV⁺ (vedi la review: Bertolotti A, et al., *T cell receptor-therapy in HBV-related hepatocellular carcinoma. OncoImmunology*. 2015;4(6): e1008354-e1008354).

La terapia si basa sulla creazione di linfociti che sono geneticamente modificati per esprimere T cell receptor specifici per HBV (Fig. 1). Questi linfociti sono in grado di riconoscere in maniera specifica le cellule tumorali del fegato, che esprimono antigeni di HBV. Abbiamo creato una collezione di questi T cell receptors che riconoscono le varie parti del virus espresse dai tumori epatici.

Questo ci ha permesso di eseguire il primo trattamento di un paziente con trapianto epatico e metastasi in collaborazione con l'University College of London e con l'Uni-

versità di Pisa (Qasim W. et al., *Immunotherapy of HCC metastases with autologous T cell receptor redirected T cells, targeting HBsAg in a liver transplant patient. J. Hepatol*. 2015;62(2):486-491) e anche di creare una "biotech company" (Lion TCR pte), che si propone di sviluppare questa modalità di trattamento.

In Cina un "trial clinico", che utilizza questa specifica terapia immunologica, per il trattamento dei tumori epatici HBV⁺ (Guangzhou, Sun Yan Tsee Hospital) è appena iniziato.

L'ambiente di ricerca a Singapore

Ho lavorato in Italia, negli Stati Uniti e in Inghilterra e non trovo nessuna differenza fondamentale tra lo stare in un laboratorio a Singapore o a Londra o in altre parti del mondo. Ci sono differenze culturali tra personale orientali e occidentali (una su tutte, il senso di gerarchia e il rispetto per l'età, che è senza dubbio più sentito dagli Orientali rispetto agli Occidentali), ma l'ambiente di ricerca è, sostanzialmente, ormai internazionale e stimolante. Forse in Asia non si raggiungono ancora i livelli delle migliori Università mondiali, ma le competenze sono vaste e i macchinari all'avanguardia. Inoltre la moderna architettura dei nuovi edifici, come Biopolis, in cui abbiamo i nostri laboratori, un conglomerato di istituti collegati da ponti, dà la sensazione di un ambiente rivolto al futuro.

C'è una grossa spinta alle collaborazioni internazionali, sia di tipo accademico che industriale; inoltre le collaborazioni industriali sono molto facilitate in quanto il governo fornisce al laboratorio un "grant" di valore economico pari al contratto con l'industria: in sostanza ottieni un budget raddoppiato, fatto che rappresenta chiaramente un grande incentivo.

Negli ultimi anni c'è anche un grande incoraggiamento a sviluppare "small biotech". Il regime fiscale (assenza di "capital gain tax") e la grande rapidità burocratica (solo 3-4 giorni per avere i permessi per iniziare un'attività commerciale) aiutano a trovare i finanziamenti e a muovere i primi



passi per la costruzione di “biotechs” che, devo riconoscere, stanno iniziando a creare un ambiente scientifico parallelo a quello Universitario.

Ci sono limiti alla ricerca in un Paese a regime non esattamente liberale?

Ma no, qui c'è il pragmatismo puro. Sicuramente non c'è una grande libertà di espressione, ma non per la scienza. Per la maggioranza delle persone di Singapore, i problemi etici propri della scienza (per esempio l'uso di cellule embrionali) non interessano, di fatto siamo liberi e i limiti corrispondono a quelli dell'Europa o di USA. Qui si pensa molto al ritorno economico non certo ai problemi etici. Forse è triste ma è così!

Perché Singapore ha investito in ricerca biomedica?

Una delle domande più frequenti che molte persone mi hanno rivolto in questi anni è stata il perché Singapore abbia deciso di investire in ricerca e perché abbia reclutato ricercatori stranieri. Non direi che Singapore possieda una cultura pro-scienza particolarmente sviluppata. L'approccio del governo (e della popolazione) è però di tipo pragmatico.

Bisogna considerare che Singapore è uno stato piccolo (circa 5 milioni di abitanti), senza risorse naturali (se non la posizione strategica del porto-tappa obbligata tra estremo Oriente e Europa/Australia/Africa), con una popolazione altamente scolarizzata e un tenore di vita decisamente più elevato rispetto ad altri paesi del South East Asia.

Singapore non può competere sul costo del lavoro: come conseguenza ha deciso di dare un impulso economico importante (circa 2% PIL) alla ricerca, sia nel settore biomedico che in quello ingegneristico e informatico, per riuscire a sviluppare prodotti caratterizzati da un alto valore aggiunto.

Poiché la popolazione di Singapore, numericamente limitata, manca di alcuni “expertise”, soprattutto in campo biomedico, il governo di Singapore ha investito reclutando ricercatori stranieri, in grado di aprire laboratori di ricerca con standard elevati, e, quindi, in grado di competere a livello internazionale.

Io e molti altri siamo arrivati 5-10 anni fa e abbiamo aperto i nostri laboratori, dando anche la possibilità ai giovani neolaureati di

Singapore di “farsi le ossa”. Singapore premia, infatti, i migliori studenti con generose borse di studio che permettono loro di laurearsi nelle Università estere più prestigiose (es. Stanford, Yale, MIT, Cambridge, Oxford).

Questi studenti (definiti “STAR students”) tornano in patria dopo la laurea o dopo il PHD e lavorano nei nostri laboratori per 3-4 anni. Un'agenzia governativa paga il loro stipendio e noi, “Principal Investigators” dei vari laboratori, cerchiamo di invogliarli a unirsi al nostro gruppo. Con noi, quindi, lavorano spesso “a costo zero” studenti/ricercatori preparati e determinati, destinati a prendere, in futuro, il nostro posto. Infatti se lo vorranno e avranno la capacità, potranno diventare indipendenti dopo 4-5 anni di esperienza.

In sostanza definirei questa organizzazione “pragmatica” e “meritocratica”, due aggettivi che, secondo me, sono la perfetta sintesi della cultura di Singapore.

Vita quotidiana a Singapore

La Città/Stato è piccola, ben organizzata, moderna e, se si ha famiglia con bambini piccoli, è perfetta. La criminalità è praticamente nulla, le scuole internazionali sono ottime e si ha spesso la possibilità di avere una “domestic helper”. In famiglie in cui entrambi i genitori lavorano questo rappresenta un grande aiuto. Uno dei punti negativi è che, per le sue dimensioni ridotte (l'isola è lunga circa 35 km), si percepisce un certo senso di claustrofobia.

Dopo 3-4 anni di vita qui c'è poco da vedere di nuovo. Anche culturalmente, la città non è proprio all'avanguardia e posso dire che se avessi 20-30 anni probabilmente starei meglio a Londra o a Roma o a San Francisco. Però, anche se Singapore assomiglia più a una città americana che alla classica immagine dell'Asia tradizionale, a un'ora di volo ci sono posti splendidi come Giava, Bali e la Cambogia. I miei studenti spesso vanno a passare il week-end in Indonesia a nuotare tra pesci tropicali o passano notti brave a Bangkok. Insomma, direi che si può “sopravvivere”!!

Conclusioni

Direi che la grande maggioranza dei ricercatori stranieri, che lavora qui, è soddisfatta della scelta fatta. Credo che, oltre alla buona qualità di vita, i fattori fondamentali siano che merito e professionalità vengono alla fine premiati e che le opportunità sono molte. *Se si ha voglia di fare, il sistema aiuta.* Poi ovviamente devono arrivare i risultati, anche perché il concetto di posto fisso non esiste a queste latitudini. Un altro possibile svantaggio è che ogni 5 anni il governo decide quali sono le aree di ricerca che devono essere maggiormente incentivate e questo può chiaramente cambiare molto la situazione di quei laboratori che si trovano al di fuori delle aree da incentivare.

Concludo affermando che l'emigrazione lavorativa a Singapore non richiede un grande coraggio per un buon ricercatore... per cui perché non provare?

ricordo di SEBASTIANO SCIUTI

di UGO SPEZIA*

Sebastiano Sciuti nasce a Napoli il 5 giugno 1917. Mentre frequenta il liceo è profondamente impressionato dagli interventi tenuti da Orso Mario Corbino e da Enrico Fermi in occasione del congresso della Società Italiana per il Progresso delle Scienze. È allora che decide di dedicarsi alla fisica. A soli 17 anni inizia a frequentare l'Università di Napoli, trovandosi accanto a Gilda Senatore, Nella Altieri, Laura Mercogliano, Nadia Minghetti e Mario Cutolo. Studia sotto la guida di Antonio Carrelli (direttore dell'Istituto di fisica), Gaetano Scorza (geometria analitica), Renato Caccioppoli (analisi matematica) ed Ettore Majorana (fisica teorica).

Majorana scompare misteriosamente nel marzo del 1938 proprio subito dopo aver tenuto le lezioni di Fisica teorica al quale assistono Sciuti e gli altri studenti. Negli anni dell'università Sciuti ha occasione di recarsi anche a Roma, presso l'Istituto di fisica di via Panisperna, dove assiste ad alcune lezioni tenute da Corbino e da Amaldi.

Si laurea nel dicembre del 1938, a soli 21 anni, svolgendo una tesi di spettroscopia su quelli che all'epoca erano detti "raggi restanti", ovvero raggi di luce monocromatica così chiamati in quanto selezionati da una sorgente luminosa attraverso riflessioni multiple su specchi di pietra levigata. Dopo la laurea inizia a lavorare presso l'università di Napoli come assistente incaricato di Antonio Carrelli, titolare della cattedra di fisica.



Il laboratorio della Testa Grigia (cortesia di F.F. Quercia)

Nel 1939 è costretto a interrompere l'attività scientifica e didattica per svolgere il servizio militare a Pavia. Dopo aver frequentato il corso allievi ufficiali di complemento è assegnato all'Istituto Superiore per le Comunicazioni, allora ubicato a Roma in viale Mazzini. Lo scoppio della guerra, nel 1940, lo coglie nella posizione di sottotenente del Genio e lo costringe a prestare servizio presso l'Istituto Superiore delle Comunicazioni fino al 1945. Qui incontra Oreste Piccioni e Franco Lepri. Piccioni, con il quale stabilisce un rapporto di profonda amicizia, lo presenta prima a Gilberto Bernardini e poi a Edoardo Amaldi.

Alla fine della guerra, Sciuti inizia a lavorare nel campo dei raggi cosmici presso l'Istituto di Fisica di Roma, sotto la guida di Bernardini e Amaldi, accanto a Italo Federico Quercia e a Brunello Rispoli. Con loro, a partire dal 1946, studia la fisica dei mesoni al livello del mare presso l'Istituto di Roma, sotto terra, a Montorio al Vomano, vicino a Teramo, nella galleria di una centrale idroelettrica e in alta quota, prima, utilizzando un aereo acquisito come residuo bellico e, poi, presso il laboratorio della Testa Grigia, collocato sul Plateau Rosa, sopra Cervinia, a 3.500 metri di quota, voluto e realizzato da Gilberto Bernardini e da Ettore Pancini.

Presso il laboratorio della Testa Grigia il gruppo romano si alterna con quelli provenienti da Torino e Milano, che comprendono Giorgio Salvini, Antonino Mura, Guido Tagliaferri, Antonio Lovati e Bruno Brunelli. È l'epoca in cui le apparecchiature utilizzate per le ricerche devono essere costruite interamente dagli stessi ricercatori, costretti a utilizzare componenti reperiti nei campi di recupero ARAR.

È lo stesso Gilberto Bernardini a volere che i risultati delle ricerche da lui affidate a Quercia, Rispoli e Sciuti, nel biennio 1946-47, siano pubblicati sul «Nuovo Cimento» e sulla «Physical Review» a nome dei tre ricercatori, rinunciando ad apporvi anche la propria firma. Lo studio dei raggi cosmici si protrae fino al 1956-1957. Poi, contrariamente ad altri fisici con i quali aveva lungamente collaborato, Sciuti non partecipa alla realizzazione del Sincrotrone di Frascati. Ciò in quanto Amaldi preferisce metterlo in contatto con il neonato Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari (CNRN) guidato da Francesco Giordani, che ha il difficile compito di studiare e sviluppare in Italia la tecnologia dei reattori nucleari.

Presso il CNRN, poi trasformato in Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare (CNEN) e, infine, in ENEA, Sciuti diviene direttore del laboratorio di Fisica nucleare applicata associato al reattore TRIGA della General Atomic installato presso il Centro della Casaccia. Qui si occupa di fisica dei nuclei e studia le reazioni indotte da neutroni e raggi gamma monocromatici derivati dal reattore. Si tratta del primo laboratorio italiano che consente di studiare la fisica dei nuclei e la struttura della materia utilizzando un



Sebastiano Sciuti, Brunello Rispoli e Italo Federico Quercia a Cervinia (cortesia di F.F. Quercia)

reattore nucleare.

Il reattore del laboratorio diviene critico nel 1960 con una potenza termica di 200 kW. Nel 1962-1963 la potenza termica è elevata, su progetto di Sciuti e degli altri ricercatori, a 1 MW. Presso i laboratori della Casaccia Sciuti collabora con Antonio Paoletti, Marino Giannini, Filippo Mensinger, Daniele Prosperi. Qui ritrova anche Bruno Brunelli, che dirige il Laboratorio dei gas ionizzati, e frequenta Carlo Polvani, che dirige il Laboratorio di biologia e protezione sanitaria, e Gian Tommaso Scarascia Mugnozza, che guida quello di agrobiotecnologie.

Nel 1964 Sciuti diviene professore straordinario e dal 1964 al 1967 assume la cattedra di Struttura della materia presso l'università di Catania, dove ritrova l'amico Italo Federico Quercia e frequenta Carmelo Milone ed Emilio Agodi. Poi torna a Roma, alla facoltà di

Ingegneria della Sapienza, dove contribuisce ad organizzare il corso di laurea in Ingegneria nucleare e assume la cattedra di Fisica nucleare.

A partire dal 1967, senza trascurare l'attività accademica, nel cui ambito contribuisce a formare diverse generazioni di ingegneri nucleari, Sciuti si dedica allo sviluppo di metodologie atomiche e nucleari applicabili alle analisi non distruttive in campo fisico, meccanico, chimico e biologico. Le metodologie da lui studiate trovano un interessante e vastissimo campo di impiego nello studio delle opere d'arte, campo nel quale Sciuti sviluppa e impiega, per la prima volta in Italia, un sistema portatile per l'analisi non distruttiva mediante fluorescenza a raggi X utilizzabile su oggetti artistici quali statue e dipinti antichi.

L'ulteriore sviluppo delle tecniche di indagine non distruttiva lo porta, negli anni Ottanta, a svolgere le prime campagne sistematiche per lo studio *in situ* di dipinti antichi. In questo periodo conduce ricerche su una ventina di dipinti del Caravaggio, di Raffaello, di Michelangelo e del Veronese. Le medesime tecniche sono da lui utilizzate per analizzare affreschi, gioielli, libri antichi e sculture, come la Lupa Capitolina e la Chimera di Arezzo. In particolare, consentono di analizzare i pigmenti utilizzati nell'affresco del Giudizio Universale di Michelangelo nella Cappella Sistina, fornendo una caratterizzazione puntuale dei pigmenti originali, di quelli utilizzati nei successivi restauri, nelle lucidature e nelle coperture censorie delle nudità affidate a Daniele da Volterra, che gli valsero il nomignolo di Braghettone.

Per questi studi, che Sciuti conduce con équipe multidisciplinari di fisici, ingegneri, storici dell'arte e archeologi, gli è assegnato nel 1992 il Premio del ministero dei beni culturali e ambientali della classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali dell'Accademia dei Lincei. Nel 1998 il Presidente della Repubblica Oscar Luigi Scalfaro gli conferisce la Medaglia d'oro di Benemerito della Scuola della Cultura e dell'Arte.

Si spegne a Roma il 9 marzo 2016, all'età di 99 anni.

•Direttore Sogin S.p.A.

IL TASSO ATMOSFERICO DI CO₂ CRESCE PIÙ VELOCE MA NON MIRA AL LIVELLO PIÙ ALTO

di ROBERTO VACCA*

Il tasso di CO₂ nell'atmosfera cresce ogni anno di una percentuale il cui valore aumenta a sua volta (vedi Tabella seguente). La crescita era di una parte per milione (1 ppm) all'anno 60 anni fa: negli ultimi 5 anni è stata in media di 2,58 ppm. Taluno ne deduce che anche il livello finale della percentuale di anidride carbonica nell'aria dovrebbe tendere a valori più alti.

Le cose, però, sembrano andare diversamente.

Nell'ultimo mezzo secolo il tasso di CO₂ è cresciuto del 28% (da 315 a 402 ppm) ma il CO₂ costituisce meno di metà dell'1% o dell'atmosfera. Dal 1959 a oggi ci sono state tre discontinuità. dal 1959 al 1976 (18 anni) l'aumento medio del tasso era di 0,95 parti per milione (ppm)/anno; dal 1976 al 1994 (19 anni) di 1,48 ppm; dal 1994 al 2010 (15 anni) di 1,81 ppm; dal 2010 al 2015 (gli ultimi 6 anni) di 2,58 ppm.

I processi in cui una popolazione o la concentrazione di oggetti o sostanze tende a riempire una nicchia naturale, si possono modellare con equazioni di Volterra a 3 parametri. Queste identificano il valore finale della crescita (asintoto) e permettono di fare previsioni -empiriche ma spesso accurate. Ho analizzato la crescita del CO₂ con una mia procedura e un mio software per i 4 intervalli di tempo sopra indicati. Per ciascuno ho calcolato i valori finali (asintoti) calcolati con le equazioni che ho individuato, l'errore standard nel fit tra equazioni e dati sperimentali e le costanti di tempo (numero di anni per passare dal 10% al 90% del valore finale).

Il valore dell'asintoto corrisponde all'ordinata del lato orizzontale superiore della cornice.

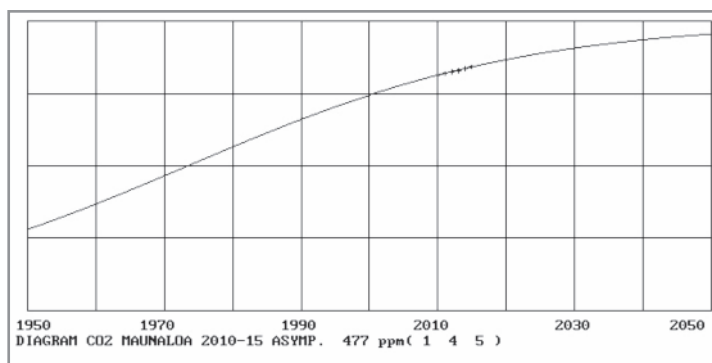
Nell'ultimo mezzo secolo, dunque, l'aumento della concentrazione di CO₂ accelera sicché si riduce il tempo che ci vorrà per raggiungere il valore finale massimo calcolato -che fino a oggi non ha superato mai il valore di 512 ppm (calcolato per il primo intervallo fino al 1976).

Chiarisco che queste mie elaborazioni non pretendono di calcolare l'avvenire né, tanto meno, di profetizzarlo. Rappresentano proiezioni molto plausibili di quanto potrà accadere: molti fenomeni naturali seguono questo tipo di equazioni. Come dicevo sopra, si tratta di considerazioni empiriche - in inglese "rules of thumb". Se queste regole continuano a descrivere l'evoluzione della realtà, c'è sicuramente una teoria che le spiega. Per ora non la conosciamo.

Normalmente, quando analizzo un pro-

Periodo	Asintoto	Errore standard	Cost. tempo	Incr.annuo medio
1959-1976	512 ppm	5,12 E-04	513 anni	0,95 ppm
1976-1994	466 ppm	3,27 E-04	265 anni	1,48 ppm
1994-2010	440 ppm	8,04 E-04	119 anni	1,81 ppm
2010-2015	477 ppm	5,8 E-04	109 anni	2,58 ppm

Crescita della CO₂ 1959-2015



Analisi dei tassi di CO₂ misurati a MaunaLoa nelle Hawaii - 1959-2015

cesso descrivibile con equazioni di Volterra, ritengo che siano accettabili se i valori calcolati con esse si discostano dai dati misurati con errore standard di meno dell'1%. Come si vede dalla colonna 3 della Tabella, qui gli errori standard sono di poche unità su 10.000 -non su cento. La plausibilità del modello è notevole.

Ora tocca ai climatologi che, anche in base a rilevazioni future, trovino una spiegazione scientifica, che confermi, oppure contraddica, questa spiegazione empirica.

*Ingegnere, Matematico, Saggista, Divulgatore scientifico

CENTO ANNI DALLA NASCITA DI FELICE IPPOLITO

di GIUSEPPE BIANCHI*

quando alcuni giorni fa il Commissario dell'Enea Federico Testa e il Vice Direttore Generale Tullio Fanelli mi hanno chiesto di fare una relazione, a nome dell'Enea, in occasione della Cerimonia organizzata dall'AIN, ho accettato molto volentieri, perché per molti aspetti, la mia attività professionale all'interno dell'Enea, sin dalle sue lontane origini (1958), si è intrecciata con la prestigiosa figura del Professore Felice Ippolito.

Per integrare i miei ricordi personali, mi sono documentato più approfonditamente sulle molteplici attività svolte nel corso della sua vita da Felice Ippolito e mi sono reso conto che il compito che mi era stato assegnato era tutt'altro che semplice, interessando un periodo molto complesso dal punto di vista scientifico, industriale e anche politico della nostra storia nazionale.

Nella presente relazione cercherò, quindi, di essere il più completo possibile ma al tempo stesso il più neutrale, evitando le polemiche che hanno caratterizzato l'attività di Ippolito soprattutto in relazione al suo processo che scosse l'opinione



Felice Ippolito

dei cittadini, oltre a quella degli scienziati, degli industriali e dei partiti politici.

Breve biografia

Felice Ippolito nasce a Napoli il 16 novembre 1915 e si laurea in geologia nel 1938. Durante il servizio militare, nel genio aeronautico, fu impegnato nella costruzione di acquedotti per l'approvvigionamento delle truppe in Libia. Rientrato in Italia iniziò a lavorare al Centro di ricerche geominerarie dell'Istituto per la ricostruzione industriale (IRI). Nel 1950 divenne Professore ordinario di geologia applicata presso la facoltà d'ingegneria dell'Università di Napoli.

Cominciò a indirizzare i suoi studi verso l'energia nucleare quando questo settore muoveva, nel 1950, i primi passi in Italia. Avendo, come geologo, effettuato una ricerca molto approfondita sui (pochi) giacimenti di uranio in Italia, ottenne, fra l'altro, l'incarico di docente di geologia dell'uranio nel corso di specializzazione in fisica nucleare al Politecnico di Milano. Su indicazione del Professor Edoardo Amaldi fu, poi, associato come collaboratore esterno al Centro informazioni studi ed esperienze (CISE). Nel giugno 1952, con la costituzione del Comitato nazionale ricerche nucleari (CNRN), alla cui presidenza fu chiamato il prof. Francesco Giordani, già Presidente dell'IRI, Ippolito ne divenne il Segretario.

Il CNRN nel 1960 divenne poi Comitato nazionale per l'energia nucleare (CNEN) che sotto la guida di Ippolito, Segretario Generale, perseguì l'ambizioso progetto

della diversificazione delle fonti energetiche nazionali, attraverso la realizzazione di centrali nucleari a brevetto italiano.

Quando, nel 1962, fu costituito l'Ente nazionale energia elettrica (ENEL), Ippolito entrò nel Consiglio di amministrazione ma, a causa dell'incompatibilità tra le cariche di Segretario generale del CNEN e di Consigliere di amministrazione dell'ENEL, venne sospeso dalla prima il 31 agosto e dalla seconda il 14 ottobre 1963. Il 3 marzo 1964 la Procura Generale di Roma avviò, per irregolarità nella gestione del CNEN, un procedimento penale a carico di Ippolito che si concluse con la condanna a undici anni e quattro mesi di reclusione, pena che sarà ridotta in appello, con sentenza del 4 febbraio 1966, a cinque anni e tre mesi. Nel marzo 1968, quando ormai restavano pochi mesi da scontare, gli fu concessa la grazia dal Presidente della Repubblica Saragat che, pure anni prima, aveva sollecitato l'apertura dell'inchiesta nei confronti di Ippolito.

Successivamente confortato dalla stima e dall'appoggio di molti esponenti politici e scienziati, Ippolito tornò alla sua attività professionale (Direzione della rivista «Le Scienze», edizione italiana di Scientific American, Professore Ordinario di geologia presso la facoltà di scienze dell'Università di Napoli).

Negli anni Settanta riprese a occuparsi di energia; insieme con l'On. Giorgio La Malfa. Tra le altre numerose iniziative di politica energetica, fondò la rivista «Energia e Materie prime. Nuove tecnologie» e successivamente la rivista «Energia e Ambiente». Sollecitato in particolare da alcuni dirigenti del Partito comunista italiano fu eletto nelle sue liste come indipendente al Parlamento europeo il 10 giugno 1979 e riconfermato il 17 giugno 1984.

Come membro del Comitato energetico nazionale, contestò duramente la scelta italiana di abbandonare il nucleare. Per tale motivo si distaccò dal PCI e aderì, quindi, al Partito Repubblicano Italiano, della cui Direzione Nazionale fece parte.

Ippolito continuò a insegnare geologia all'Università «La Sapienza» di Roma e fu anche componente del Consiglio superiore delle miniere e del Comitato tecnico idrocarburi e geotermia presso il ministero dell'Industria. Fu anche Vicepresidente del Comitato grandi rischi presso il Ministero della Protezione civile e Vicepresidente della Commissione scientifica nazionale per l'Antartide e Organizzatore della ricerca italiana in quel continente.

Lo scienziato napoletano, però, non fu solo uno dei protagonisti della politica energetica e in particolare del nucleare italiano ma fu anche uno dei principali esponenti di un blocco sociale che in quegli anni operò per modernizzare il Paese portandolo a competere, qualche volta anche con successo, nei settori di punta a scala planetaria. Il Professor Ippolito morì a Roma il 24 aprile 1997.

Fa parte dei miei ricordi più toccanti la partecipazione ai suoi funerali che si svolsero a Cetona (Siena) nella chiesa di S. Michele Arcangelo. Oltre alla moglie e ai figli, vi fu la partecipazione, in un clima di grane sobrietà, di una parte importante della migliore cultura italiana dell'epoca e che espresse in maniera semplice ma commossa le condoglianze a nome della Repubblica italiana.

...in vista di essere in grado di costruire, quando che sia, una pila sperimentale a uranio a bassa potenza con tutto il corteggio di laboratori specializzati per le misure e le ricerche che una tale macchina comporta...

[Giuseppe Bolla]

II CISE

Dopo la fine della seconda guerra mondiale, il mercato dell'energia elettrica, basata quasi completamente su centrali idroelettriche, era suddiviso tra varie società private senza alcun intervento dello Stato. D'altra parte l'autarchia, che aveva caratterizzato il periodo fascista, aveva fatto perdere ogni idea di concorrenza e, quindi, era sostanzialmente assente ogni attività di ricerca.

Dopo l'interesse a livello mondiale che si determinò sul tema dello sfruttamento pacifico dell'energia nucleare, che trovò poi la successiva conferma con la Conferenza tenutasi a Ginevra dall'8 al 20 agosto 1955, *Atomi per la pace*, con la quale convenzionalmente si fa iniziare lo sviluppo delle tecnologie per lo sfruttamento dell'energia nucleare e, in particolare, la fusione nucleare; si creò anche nel nostro Paese e nel mondo scientifico delle università, con particolare riferimento all'Università di Milano, un'attenzione e un interesse molto pronunciato sul tema.

Da un gruppo di professori nell'ambito della cattedra di fisica superiore dell'Università di Milano a guida del prof. Giovanni Polvani -che comprendeva nomi di prestigio quali il prof. Giuseppe Bolla, interessato alle applicazioni industriali ed energetiche del nucleare, i professori Carlo Salvetti, Giorgio Salvini e Mario Silvestri- partì l'idea, pur in assenza di interesse da parte dello Stato, di attivare la ricerca sul nucleare su diretta iniziativa delle imprese.

Su proposta della Edison, alla quale aderirono subito la Società nazionale Cogne e la FIAT, fu creata una Società a responsabilità limitata denominata CISE (Centro informazioni studi esperienze) con l'adesione successiva di Montecatini, SADE (Società adriatica di elettricità), Pirelli, Falck e Temi.

Scopo dichiarato di questa società privata, con un'espressione che denota chiaramente l'elevato livello culturale e non certo commerciale dell'iniziativa fu quello, per usare le stesse parole del prof. Bolla, di *"curare studi, laboratori, impianti e soprattutto coltivare ricercatori"*.

La nascita del CISE rappresenta l'inizio in Italia della ricerca sull'utilizzo energetico del nucleare, che sul piano programmatico si orientò verso un reattore alimentato a uranio naturale metallico moderato ad acqua pesante. La scelta di non considerare l'uranio arricchito significava svincolarsi dalla sua importazione in quanto il processo di arricchimento dell'uranio superava le capacità tecnologiche del sistema nazionale, che era invece in grado di approvvigionare acqua pesante.

Dal punto di vista finanziario la situazione era alquanto precaria in quanto le risorse disponibili derivavano esclusivamente dalle sovvenzioni elargite a fondo perduto da parte delle imprese private che avevano costituito il CISE e che raggiunsero l'ammontare di circa sessanta milioni di lire per il 1951. A questa somma era da aggiungere il controvalore delle retribuzioni di alcuni ricercatori distaccati dalle società finanziatrici presso il CISE ma tenuti sempre a loro carico.

II CNRN

Per superare questa precarietà finanziaria, si deve proprio a Ippolito l'iniziativa di organizzare nel 1951, insieme con il prof. Francesco Giordani, una visita del Ministro dell'Industria Pietro Campilli presso il CISE, da cui derivò l'idea di creare un Ente diverso dal CNR che si occupasse esclusivamente di ricerche nucleari applicate. Il 26 giugno 1952, su decreto del Presidente del Consiglio, di concerto con i Ministri di Industria e Pubblica Istruzione fu costituito un Comitato (anche se non un Ente con personalità giuridica e stabili finanziamenti, come sperato dai proponenti): il CNRN, Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari. le cui finalità erano le ricerche in campo energetico e in particolare in campo nucleare.

Presidente del Comitato fu nominato Francesco Giordani e intorno a lui furono raccolti degli esperti qualificati in vari settori di ricerca. Sin dall'inizio, la vita del nuovo Comitato fu alquanto travagliata: da parte di alcuni il suo ruolo doveva limitarsi a essere dispensatore di fondi a favore di Enti di ricerca, come il CISE e l'INFN, senza assumere iniziative proprie.

Era soprattutto l'industria privata, preoccupata per una possibile nazionalizzazione dell'energia elettrica, che puntava ad acquistare direttamente dagli USA le centrali nucleari di potenza, senza attivare ricerche nazionali finanziate dallo Stato

Il piano del CNEN prevedeva lo studio di vari tipi di reattori da progettare e sperimentare per trovare quello che più si adattava alle esigenze italiane. La precedenza fu data a due programmi: il Programma Reattore Organico (PRO) e il Programma Ciclo Uranio Torio (PCUT), che avevano l'obiettivo di favorire la nascita di una autonoma industria nucleare italiana in grado di costruire reattori e di fabbricare i combustibili

Questo contrasto si materializzò nel 1955: il CNRN ancora sotto presidenza Giordani e vincendo le resistenze del CISE, avviò le pratiche per l'acquisto dagli USA di un reattore di ricerca, il CP-5, da installare a Ispra. Dall'altra parte il Presidente della Edison, ingegner Valerio, trattò direttamente con la Westinghouse la realizzazione in Italia di una centrale nucleare a Trino Vercellese, saltando così ogni non ritenuta necessaria attività di ricerca. Proprio per denunciare le gravi difficoltà del Comitato, nell'estate 1956, il prof. Giordani lasciò la Presidenza del CNRN.

L'Ente fu, quindi, rinnovato con sostanziali modifiche normative con un decreto del presidente del Consiglio del 24 agosto 1956, anche per attribuirgli un ruolo più determinante. Il nuovo presidente fu Basilio Focaccia, professore ordinario di elettrotecnica nell'Università di Roma ma anche senatore democristiano, insomma una personalità politica.

Il nuovo CNRN si riunì per la prima volta sotto la presidenza di Focaccia nei giorni 23 e 24 ottobre del 1956. Fra le questioni all'ordine del giorno, oltre al funzionamento del Comitato stesso, vi erano la costituzione di una serie di Commissioni di studio, la costruzione del Centro di Ispra e le necessarie collaborazioni internazionali. All'inizio della riunione, su proposta del Presidente, il Comitato all'unanimità con-

fermò Ippolito nella carica di Segretario Generale.

Nello stesso anno si verificarono significative novità internazionali sul tema dell'uso pacifico dell'energia nucleare. Nel febbraio 1956 si svolse a Washington una conferenza, che portò alla costituzione dell'Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica (AIEA) e del sistema internazionale di garanzie contro la proliferazione delle armi nucleari. In ambito europeo la collaborazione si sviluppò seguendo due strade: la costituzione dell'Euratom fra i sei paesi che già aderivano alla Comunità europea del carbone e dell'acciaio (CECA) e dell'Agenzia europea per l'energia nucleare nell'ambito dell'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OCSE). Il trattato di costituzione dell'Euratom fu definitivamente elaborato nei suoi aspetti tecnici e firmato nel marzo 1957 a Roma, insieme a quello costitutivo del Mercato Comune.

La NUCLIT

Per l'attuazione del programma stabilito dal CNRN e cioè la realizzazione del Centro di Ispra e la costruzione del reattore di ricerca CP-5 acquistato dagli USA, non godendo ancora l'Ente di personalità giuridica, i vari atti e i trasferimenti patrimoniali del caso, furono gestiti discrezionalmente attraverso opportune società di diritto privato create ad hoc e cioè: l'Immobiliare ISPRA e la NUCLIT S.p.A. Quest'ultima prese in carico buona parte del personale CISE già sul progetto e provvide all'assunzione, per chiamata diretta, di un nucleo di giovani laureati, futuri ricercatori, da dedicare alla realizzazione, sotto la guida americana, del reattore Ispra-1.

Questa operazione mette in luce forse più di altre la forte determinazione che era la specifica più rilevante del carattere di Ippolito. Personalmente solo pochi mesi dalla mia laurea in ingegneria elettrotecnica presso il Politecnico di Milano (feb.1958) e quando già avevo iniziato a lavorare presso la EDISON, ricevetti una telefonata, presso la camera in affitto dove abitavo a Milano, da parte di un ex Dirigente del CISE trasferito d'ufficio alla Nuclit, il quale senza preamboli mi chiese di far parte di un gruppo di colleghi del Politecnico per partecipare alla costruzione del Reattore Ispra 1, comunicandomi il giorno dell'inizio lavoro e il relativo stipendio che avrei ricevuto. Dopo poche settimane vestivo la tuta e giornalmente venivo trasportato con apposito pulman da Milano presso il cantiere di ISPRA. Il mio compito specifico consisteva nella taratura sperimentale dei misuratori di portata dei singoli elementi di combustibile e la progettazione e realizzazione del deposito degli elementi di combustibile spenti.

Rispettando il ritmo scadenzato imposto da Ippolito la costruzione del reattore Ispra 1 fu realizzata in tempi record: raggiunse la sua criticità a fine marzo e fu fastosamente inaugurato dal Presidente della Repubblica Gronchi il 13 aprile 1959. Come premio per il lavoro svolto Ippolito mi fece recapitare un suo biglietto da visita in cui mi ringraziava e mi informava che nella stessa busta avrei trovato "compianto" un piccolo assegno.

A luglio dello stesso anno in forza degli accordi per la collocazione in Italia di un Centro Ricerche Comune Euro-

peo, obiettivo per il quale Ippolito si era battuto, fu formalizzata la realizzazione del Centro Studi di Ispra, che fu inaugurato il 13 aprile 1959, appena in tempo per essere ceduto all'Euratom (il successivo 22 luglio).

II CNEN

Conseguentemente alla chiusura del Centro italiano di ricerca nucleare a Ispra, era previsto il potenziamento del nascente Centro ricerche della Casaccia, nei pressi di Bracciano a Roma. Nonostante alcune proteste dei ricercatori, che avevano anche creato un piccolo sindacato (Associazione Ricercatori Centro di Ispra), fu deciso e, anche in questo caso senza indugi attuato, il trasferimento a Roma di un gruppo di laboratori, con i relativi dipendenti, ritenuti necessari per l'attuazione dei programmi di ricerca che avrebbero dovuto essere svolti dal nuovo Ente, il CNEN Comitato Nazionale Energia Nucleare, secondo il suo primo piano quinquennale (1959-1964) approvato con la legge istitutiva.

Anche in questo caso il modo come furono trattate e risolte le rimozioni dei ricercatori trasferiti dall'oggi al domani da Ispra a Roma, mise in luce il carattere deciso di Ippolito che, a una richiesta di incontro, non solo non lo concesse ma sulla lettera, a lui inviata, scrisse di suo pugno *"chi sono e cosa vogliono"* chiudendo così la vertenza!

Il piano del CNEN prevedeva lo studio di vari tipi di reattori da progettare e sperimentare per trovare quello che più si adattava alle esigenze italiane. La precedenza fu data a due programmi: il Programma Reattore Organico (PRO) e il Programma Ciclo Uranio Torio (PCUT), che avevano l'obiettivo di favorire la nascita di una autonoma industria nucleare italiana in grado di costruire reattori e di fabbricare i combustibili.

Sia il Programma PRO, che prevedeva la progettazione e la costruzione di un reattore nucleare a uranio arricchito refrigerato e moderato con liquido organico, sia il Programma PCUT, che prevedeva la progettazione, costruzione ed esercizio di un impianto per il trattamento chimico degli elementi esauriti e la ri-fabbricazione di elementi combustibili nuovi, erano stati impostati in accordo con la Commissione atomica americana.

Ma programmi in settori così avanzati per l'industria nazionale, anche a seguito di

un mutato orientamento statunitense, persero la prospettiva di sviluppo industriale nazionale e un gruppo di ricercatori chiese a Ippolito di riorientare le ricerche sui reattori ad acqua (bollente e pressurizzata) più commerciali per il breve periodo e sui reattori a metallo liquido, per il più lungo periodo. A parziale correzione delle note precedenti sul carattere alquanto brusco di Ippolito, devo segnalare che, poiché fui io stesso a chiedere, a nome dei colleghi, il riorientamento programmatico dell'Ente ero alquanto imbarazzato nell'esprimere la richiesta. Mi aspettavo una risposta secca che sottolineasse la distanza tra me e lui in materia di programmi nazionali; invece rispose serenamente e con gentilezza dicendo che avevo ragione! Si misero, quindi, le premesse per lo sviluppo di ricerche strettamente connesse con la collaborazione industriale e lo sviluppo delle imprese nazionali, che avrebbero caratterizzato il futuro ruolo del CNEN.

È merito, comunque, del prof. Ippolito aver creato in poco tempo, nel nuovo Centro della Casaccia, un insieme di competenze scientifiche e tecnologiche di alto livello in settori diversi ma costituenti un insieme integrato. Al riguardo basta ricordare, solo a titolo di esempio: la costruzione e la messa in funzione di un reattore a piscina a potenza zero, utilizzando gli elementi di combustibile del primo nocciolo dell'ISPRA1; la realizzazione della "Critical Facility" moderata a fluido organico; i reattori nucleari di ricerca "Triga" e "Tapiro" ancora funzionanti; lo sviluppo di applicazioni delle radiazioni all'agricoltura con la creazione di una nuova specie di grano "creso", che ha avuto una grande diffusione; la creazione di laboratori per il trattamento di materiali radioattivi in celle calde in piena sicurezza; l'allestimento di officine ad alta specializzazione per lavorazioni all'avanguardia tecnica e, infine, la realizzazione di strutture tecnologiche avanzate, modernamente organizzate, per lo svolgimento di sperimentazioni della termodinamica di vari tipi di fluidi dall'acqua al sodio; la progettazione e lo sviluppo di un robot per le manipolazioni a distanza.

Per dare il giusto valore alle attività di ricerca tecnologica e industriale promosse e attivate dal CNEN si deve ricordare che tali attività non si limitarono al Centro della Casac-

**...le affermazioni di Saragat
(secondo cui la costruzione di
centrali nucleari per la produzione di
energia elettrica era assimilabile alla
costruzione di una segheria con
l'intento di produrre segatura)
avevano meritato a questo eminente
personaggio un solido posto, in
Europa, nel mondo della barzelletta.**

[Edoardo Amaldi]

cia ma si svilupparono in altri Centri di ricerca come quello di Frascati, per lo studio della fusione nucleare; quello del Brasimone, per lo sviluppo delle tecnologie relative ai reattori veloci refrigerati a sodio; il centro di Trisaia, che avviò programmi di ricerca per il trattamento e il riutilizzo dei rifiuti e, infine, il centro di Saluggia, dove si svolgeva attività di ricerca sul ri-processamento del combustibile.

Per quanto riguarda specificamente il Centro della Casaccia va segnalato che l'imponente sviluppo delle specifiche attività di ricerca con forti collegamenti industriali in un settore nuovo per l'Italia come l'energia, avvenne nella completa assenza di influenze di tipo politico. In pochi anni furono assunte migliaia di operatori in assenza di qualsivoglia "segnalazione estranea". Fu creato un ambiente omogeneo costituito da ricercatori nelle vari specializzazioni della scienza, tecnici, operai e amministrativi, selezionati esclusivamente dalle motivazioni del più efficace svolgimento dei vari programmi di ricerca. Si segnala questo aspetto perché esso non durò a lungo: già negli anni '70 la situazione rientrò nella tipica normalità italiana.

Va, inoltre, ricordato che all'epoca esistevano in Italia vari reattori nucleari di iniziativa industriale tra i quali: la Centrale elettronucleare di Latina, avente un reattore a uranio naturale moderato a grafite e raffreddato con anidride carbonica; la Centrale elettronucleare del Garigliano, avente un reattore a uranio leggermente arricchito moderato ad acqua leggera e raffreddato secondo lo schema BWR di prima generazione; la Centrale elettronucleare Enrico Fermi di Trino (VC), avente un reattore a uranio a basso arricchimento moderato ad acqua leggera e raffreddato secondo lo schema ad acqua pressurizzata (PWR); la Centrale elettronucleare Caorso, avente un reattore a uranio leggermente arricchito moderato ad acqua leggera e raffreddato secondo lo schema ad acqua bollente di seconda generazione modello BWR4.

L'attività politica successiva

Dopo la creazione dell'ENEL fu decisa la partecipazione del prof. Ippolito nel Consiglio di amministrazione, pur mantenendo la sua funzione nel CNEN. Tale decisione fu interpretata come un indirizzo politico verso la costruzione da parte dello stesso ENEL di centrali nucleari, indirizzo assolutamente non gradito da alcuni ambienti politici di cui

si fece interprete, per il Partito Socialdemocratico, l'On Saragat. Nacque da questa situazione il processo e la condanna di Ippolito per irregolarità nella gestione dello stesso CNEN: processo che l'opinione pubblica più accreditata considerò assolutamente al limite dell'incredibile. A dimostrazione di tale affermazione è opportuno ricordare che il 14 novembre del 1964 fu organizzata a Roma, presso il teatro Eliseo, una manifestazione in sostegno di Ippolito alla quale aderirono pressoché tutti i fisici italiani e una quantità incredibile di personaggi della cultura e della società civile.

Durante questa manifestazione il professor Amaldi (tra i più grandi fisici nucleari del mondo e padre della fisica italiana postbellica) attaccò duramente Saragat (e le manovre politiche che si potevano intravedere dietro il suo operato) e difese puntualmente la politica seguita da Ippolito nel Cnen. In particolare Amaldi ebbe a dire che: *«le affermazioni di Saragat (secondo cui la costruzione di centrali nucleari per la produzione di energia elettrica era assimilabile alla costruzione di una segheria con l'intento di produrre segatura) avevano meritato a questo eminente personaggio un solido posto, in Europa, nel mondo della barzelletta»*.

Con il processo cessò comunque il ruolo diretto di Ippolito sulle attività di ricerca italiana nel settore dell'energia. Non cessò peraltro la sua importante influenza sulla politica energetica nazionale, anzi il suo ruolo non fu trascurabile. In particolare ebbe peso nella decisione assunta dal Governo alla fine degli anni 70 di realizzare in Italia due centrali nucleari, una ad acqua bollente su licenza della General Electric e una ad acqua pressurizzata su licenza Wesinghouse. Il Governo peraltro impose che la costruzione di tali centrali e di tutti i suoi componenti fosse effettuata da industrie italiane, le quali dovevano dimostrare preventivamente per ragioni di sicurezza la piena e assoluta affidabilità di tali componenti.

Affinché le imprese scelte dall'Enel, committente delle centrali, fossero in grado di adempiere a tale compito, sotto il controllo della DISP (Autorità per la Sicurezza Nucleare), il Governo affidò al CNEN il ruolo di sostenere le imprese, attraverso programmi mirati di ricerca industriale e sostenuti dalle collegate risorse finanziarie. Nacque così il programma di Promozione industriale delle imprese italiane, fortemente sostenuto da Ippolito in quanto nella sostanza rappresentava la pratica attuazione del programma da lui concepito agli inizi degli anni 60. Questo programma ebbe un notevole impatto sullo sviluppo industriale nazionale e porterà alla realizzazione della centrale di Montalto di Castro, quasi ultimata quando, a seguito dell'incidente di Chernobyl e al successivo referendum, l'Italia pose fine al nucleare.

In occasione di un meeting organizzato dal Partito repubblicano per presentare il nuovo Piano energetico italiano, elaborato dopo l'abbandono della scelta nucleare, il prof. Ippolito, accompagnato dal prof Carlo Bernardini, non mancò di esprimere le sue critiche al nuovo indirizzo italiano in tema di politica energetica limitandosi, tenendo conto della sua ineluttabilità, a esprimere la sua profonda amarezza.

*Direttore rivista scientifica «Energia e materie prime»

APERTA UNA NUOVA FINESTRA DI OSSERVAZIONE SULL'UNIVERSO

di WALDIMARO FIORENTINO

Per la prima volta sono state osservate le onde gravitazionali a cento anni di distanza dalla previsione di Albert Einstein sulla loro esistenza: la notizia, attesa dalla comunità scientifica internazionale, come è stata annunciata ha fatto il giro del Mondo.

La notizia, attesa da tempo dai fisici di tutto il mondo, è stata annunciata in un'affollata conferenza stampa che si è tenuta, in contemporanea con Washington, a Cascina di Pisa nella sede dello European Gravitational Observatory (EGO). Le onde gravitazionali sono state rilevate lo scorso 14 settembre alle 11.51 del mattino (ora italiana) da entrambi gli interferometri laser LIGO per l'osservazione di onde gravitazionali negli Stati Uniti, a Livingston (Louisiana), e Hanford, (Washington), ideati e guidati dal Caltech e dall'MIT. Una doppia scoperta perché non solo si sono rilevate per la prima volta le onde gravitazionali ma si è anche potuto captare, nelle stesse, la collisione e successiva fusione di due buchi neri, un'eventualità già predetta ma finora mai documentata. Un evento durato due decimi di secondo.

Quindi ora è ufficiale: Albert Einstein aveva ragione e finalmente ne abbiamo le prove. Le onde gravitazionali, di cui lo scienziato aveva teorizzato l'esistenza nel 1916 come integrazione della sua teoria generale della relatività, esistono davvero. Per la prima volta, infatti, gli scienziati sono riusciti a catturare il loro segnale. Messaggero ideale per osservare l'Universo, le onde gravitazionali sono increspature nello spazio tempo, generate da potentissimi eventi cosmici, come la collisione di buchi neri e di stelle di neutroni o l'implosione di una stella avvenuti in qualche punto dell'universo, lontano dalla Terra. Il loro rilevamento dà il via a una nuova era nella fisica perché apre una finestra di osservazione finora inaccessibile sull'Universo, il suo presente e la sua storia. La notizia è stata accolta con entusiasmo e orgoglio anche a Trento, al Dipartimento di Fisica dell'Università e al Tifpa (Trento Institute for Fundamental Physics Applications), dove lavora un gruppo di ricerca che

da più di vent'anni è impegnato nella caccia alle onde gravitazionali e ha preso parte attivamente anche alla scoperta. Il team, coordinato dal fisico sperimentale Giovanni Andrea Prodi, comprende per la sola parte di analisi dati, ricercatori dell'INFN di Padova (come Gabriele Vedovato e la post-doc Claudia Lazzaro) e giovani dottorandi di Trento (Maria Concetta Tringali, Shubhunshu Tiwari e Matteo Di Giovanni). Collaborano al gruppo anche l'Albert Einstein Institute di Hannover (con Marco Drago e Francesco Salemi) e l'University of Florida (con Sergey Klimenko). Il gruppo è attivo anche sugli sviluppi sperimentali per migliorare la sensibilità dei rilevatori con i ricercatori Livia Conti e Jean Pierre Zendri (INFN Padova) e i dottorandi Matteo Leonardi (Trento) e Marco Vardaro (Padova).

Trento, infatti, insieme ai colleghi di Padova e alle unità di ricerca di Hannover e della Florida, ha messo a punto un algoritmo di analisi (la pipeline, in termine tecnico), un programma informatico che setaccia i dati prodotti dai rilevatori alla ricerca di segnali dalla forma sconosciuta: le onde gravitazionali. E lo scorso 14 settembre dopo solo tre minuti dal rilevamento, è stato proprio il gruppo di Prodi con Hannover a certificare per primo i dati, a classificarli come probabili onde gravitazionali e a segnalare agli altri scienziati questa importante osservazione.

Un team di ricerca che si è trovato pronto al momento giusto per validare l'osservazione. La prima "sentinella" attiva già dopo qualche giorno dall'avvio delle attività di rilevazione degli interferometri statunitensi LIGO, ha reagito prontamente e dato l'allarme a tutti gli scienziati coinvolti nel progetto. «Il nostro è stato un segnale di avviso prezioso -ha commentato Giovanni Prodi- che ha permesso di confermare l'assetto dei rilevatori, evitando di cambiarne prestazioni e caratteristiche. In un secondo tempo il nostro algoritmo è stato anche in grado di certificare la confidenza della lettura».





Trento Institute for
Fundamental Physics
and Applications

ra, vale a dire il grado di certezza della scoperta (oltre il 99,999%). Il segnale è stato confrontato infatti con una miriade di segnali di disturbo che sono inevitabilmente captati dal rilevatore. Ma ogni altra ipotesi è stata scartata: si è trattato proprio di onde gravitazionali e noi l'abbiamo per primi certificato».

«Sono almeno 50 anni che gli scienziati lavorano per captare questi segnali. È come cercare di ascoltare un bisbiglio in un mare di rumore di fondo -ha proseguito Prodi- Per farlo impieghiamo strumenti di rilevazione dalle caratteristiche diverse e sempre più sofisticati. La nostra sfida è azzerare gli effetti dei disturbi ambientali, come gli eventi sismici, i fulmini e persino le onde del mare o i rumori di fondo dovuti all'attività umana. Ma anche la stessa attrazione della gravità degli oggetti vicini o i rumori termici e quantistici connessi ai processi stessi di

misurazione, che possono interferire. La scoperta è eccezionale anche perché questo primo segnale che abbiamo intercettato porta già con sé informazioni preziose dal punto di vista scientifico. Ci ha detto che i buchi neri esistono davvero, non solo in teoria, e che questi possono fondersi tra loro».

«Questo risultato -ha aggiunto Lorenzo Pavesi, direttore del Dipartimento di Fisica- è figlio di un ventennio di lavoro che si è svolto qui a Trento nell'ambito dell'analisi dei dati sulle onde gravitazionali. Siamo partiti, con il gruppo del professor Prodi, con la precedente generazione di rivelatori e abbiamo maturato esperienza e soddisfazioni con varie pubblicazioni negli ultimi anni. Una linea di ricerca che si è rafforzata con il sodalizio scientifico con l'INFN di Padova e l'adesione nel 2007 al consorzio Virgo. Siamo orgogliosi dei risultati raggiunti dai tanti ricercatori che hanno lavorato con noi, tra cui anche molti giovani. Come Marco Drago già post doc nel nostro Dipartimento, che ora lavora all'Albert Einstein Institute di Hannover e che ha avuto una parte importante in questa scoperta. Vogliamo ora continuare a dare energia a questa sfida scientifica, investendo in questi giovani ricercatori e coltivando le reti di ricerca internazionali che oggi hanno portato Trento alla ribalta sulla scena scientifica mondiale».

L'entusiasmo della notizia ha stimolato il Dipartimento di Fisica a proporre una conferenza pubblica di approfondimento, che si è tenuta venerdì 12 febbraio nell'aula 6 del Dipartimento di Lettere e Filosofia. In questa occasione gli scienziati trentini hanno illustrato nel dettaglio cosa è stato rilevato e spiegato la portata di questa scoperta.

LA CULTURA SCIENTIFICA IN ITALIA E NEL LAZIO

di GIUSEPPE BIANCHI*

La divulgazione scientifica è stata considerata, nel nostro Paese, con sufficienza, o addirittura con ostilità, dalla comunità scientifica. Questo atteggiamento è in netto contrasto con la consapevolezza largamente diffusa del rilievo che la matematica e la scienza assumono in economica, nella finanza, e per la produzione di oggetti tecnologici di uso quotidiano.

La necessità di operatori scientifici altamente qualificati suggerisce l'uso di criteri di selezione molto severi, con un netto privilegio della qualità rispetto alla quantità. Molti oggi, sono indotti a guardare alla divulgazione scientifica in modo diverso: come un tentativo importante da condurre con razionalità, provando a contrastare l'i-

dea che la diffusione di raffinati prodotti tecnologici sia affiancata da un utilizzo considerato quasi magico di questi strumenti.

Storicamente la cultura scientifica nel nostro Paese ha sempre goduto di una minore considerazione rispetto a quella umanistica, sia da parte delle istituzioni, sia da parte della gente comune. Questo tuttavia non ha impedito a molti, in passato, di scoprire e coltivare in proprio la passione per le discipline scientifiche, studiarle, approfondirle, sperimentarle, e in molti casi ottenere risultati eccellenti nei rispettivi campi come dimostrano i tanti premi Nobel assegnati all'Italia.

Molti tra i fisici, i chimici, gli ingegneri, i medici e i biologi di oggi hanno probabilmente iniziato, da piccoli, spinti dal fascino che alcuni fenomeni, esperimenti, libri, o programmi televisivi, avevano suscitato in loro. Purtroppo la situazione è peggiorata negli ultimi decenni: non solo perché sono via via diminuiti gli stimoli e le fonti di ispirazione



che potevano far sorgere e mantenere vivo l'interesse per la scienza nei ragazzi, ma anche perché il livello culturale di base fornito dal nostro "Sistema Educativo" sembra essersi abbassato sensibilmente soprattutto perché si sono date le stampelle ai disabili, ma si sono trascurate le eccellenze.

Diffondere capillarmente la cultura scientifica significa, dunque, garantire ai cittadini l'effettivo esercizio dei diritti democratici valorizzando adeguatamente i meritevoli. Inoltre, la grande quantità degli investimenti necessari per lo sviluppo della ricerca scientifica e per la messa a punto delle applicazioni più avanzate impone la piena coscienza, da parte dei cittadini, del carattere fondamentale che questi fattori rivestono per lo sviluppo civile ed economico e, di conseguenza, l'opportunità di mantenere alta la quantità di risorse destinate alla ricerca scientifica.

Negli ultimi anni si sono moltiplicate le iniziative e gli investimenti sulla cultura scientifica in tutto il Paese. Innanzitutto bisogna ricordare le iniziative del Parlamento che, con la legge 6 del 2000, prevede espressamente iniziative per la diffusione della cultura scientifica, integrando e modificando la legge 113 del 28 marzo 1991 che aveva lo scopo di potenziare le istituzioni esistenti impegnate nella diffusione della cultura scientifica, nei suoi molteplici aspetti, nonché di tutelare e valorizzare il patrimonio tecnico scientifico di interesse storico presente in Italia.

Le iniziative del Ministero che, a livello nazionale già dall'anno scolastico 2010-2011, con la promulgazione dei Regolamenti di Riordino dei Licei, degli Istituti Professionali e degli Istituti Tecnici e le Indicazioni Nazionali dei Licei emanate dopo 10 anni di attesa, ha potenziato le ore di cultura scientifica in tutti i Licei, le scienze si insegnano sin dal primo anno e si continuano a insegnare per tutti e cinque gli anni di scuola superiore, nei

Licei Scientifici sono state aumentate anche le ore di matematica ed è stato istituito il "Liceo delle Scienze Applicate" dove sono state ampliate le ore di informatica e di scienze a discapito del latino.

Sono anche molti i progetti avviati che stimolano le eccellenze e così che si sono diffuse, in tutta Italia, le olimpiadi di Matematica, quelle di Fisica e quelle di Chimica. È stato, inoltre, modificato l'esame di stato di matematica, la prova scritta adesso tende ad accertare competenze e verte su problemi di tipo contestualizzato dove lo

studente deve individuare la strategia di soluzione e deve risolvere quesiti di matematica generale.

Il MIUR ha investito in numerose iniziative e in molti progetti che hanno caratterizzato la attività di tutte le associazioni e le istituzioni che hanno operato nelle scuole. La formazione dei docenti è stata "attenzionata", non dal MIUR ma da tante associazioni culturali che operano sul territorio. A esempio l'accademia dei Lincei ha speso tante energie nel creare poli di eccellenza che diffondano la didattica delle scienze.

Un esempio importante nella città di Roma è stato il CIPS (Centro Interattivo per le Scienze), inizialmente presso l'Istituto Leonardo da Vinci, dove sono state valorizzate le antiche collezioni scientifiche e avviato un centro di iniziative scientifiche sperimentali (indagini sul DNA, studi sull'aria e i suoi inquinanti, scavi paleontologici ecc.) rivolte agli studenti di ogni ordine e grado. È nato anche un Centro di formazione di didattica delle scienze rivolto ai docenti diretto dal prof Giuseppe Macino. Il centro poi per ragioni burocratiche si è trasferito presso il Liceo Mamiani e ha continuato a operare anche se in modo più ridotto.

Non si è riusciti a costruire a Roma *La città delle Scienze*, ma molti musei hanno prodotto iniziative sperimentali rivolte agli studenti di tutti i gradi di scuola: il Museo di biologia presso il Bioparco ha costruito una serie di ambienti interattivi dove gli studenti possono entrare, con apposite simulazioni, nei meccanismi della selezione naturale, in quelli della riproduzione ecc., cercando così di avvicinare i giovani studenti alla biologia.

A Roma era nato il planetario che riempiva la sua sala con tante classi di scuola e dove bisognava prenotarsi all'inizio dell'anno scolastico per poter essere ospitati e osservare nel cielo stellato, il moto della luna, quello dei pianeti e le costellazioni, ma negli ultimi tempi, per una ristrutturazione degli ambienti che durerà anni (come capita a Roma) ha chiuso ed è venuto a mancare a Roma un momento di aggregazione di docenti e studenti molto importante.

Infine è opportuno segnalare come in molte città d'Italia si stanno moltiplicando i centri di iniziative nel campo delle scienze sperimentali e speriamo che essi possano accostare alla ricerca scientifica i giovani più curiosi, cosa indispensabile a tenere elevato il livello tecnologico di una moderna società industrializzata.

*Dirigente Scolastico
Socio ANP (Associazione Nazionale Presidi)

notiziario

Cancro alla prostata: scoperta trentina

Perché alcuni pazienti affetti da cancro alla prostata allo stadio avanzato a un certo punto della cura smettono di rispondere alle terapie? Attorno a questa domanda si è sviluppato lo studio condotto da alcuni ricercatori dell'Università di Trento in collaborazione con la Weill Cornell Medicine University di New York e il Dana Farber Cancer Institute di Boston.

La loro analisi ha condotto a un'importante scoperta, pubblicata ieri da Nature Medicine, la rivista di medicina sperimentale più prestigiosa al mondo.

Una scoperta che apre a nuove possibilità terapeutiche ma che potrebbe permettere anche di aumentare l'efficacia nella diagnosi del cancro neuroendocrino alla prostata.

Il carcinoma prostatico è il tumore più frequente nella popolazione maschile dei Paesi occidentali e la terza causa di morte per tumore.

Nel 2015 sono stati diagnosticati in Italia circa 35,000 nuovi casi (dati Airc sul 2012). Per trattare pazienti con tumore allo stadio avanzato oggi si impiegano solitamente terapie farmacologiche (che attaccano l'ormone androgeno o il suo recettore).

Benché inizialmente efficaci, queste terapie a lungo andare si rivelano spesso inutili; alcuni pazienti sviluppano una resistenza al trattamento in seguito alla trasformazione di un classico cancro alla prostata (detto adenocarcinoma) in un cancro detto neuroendocrino.

Come e perché avvenga questa trasformazione, sono aspetti su cui la comunità scientifica finora si è interrogata.

La svolta nella comprensione di questi meccanismi arriva da questo nuovo studio. I ricercatori hanno messo in campo le più avanzate tecnologie di sequenziamento del DNA, dell'RNA e dello stato biochimico delle sequenze per esaminare il fenomeno della



resistenza ai farmaci in un ampio gruppo di oltre un centinaio di pazienti dell'Englander Institute for Precision Medicine.

«Per sfuggire al successo del trattamento farmacologico, un tumore letteralmente si trasforma in un altro -spiega Francesca Demichelis, professoressa al Centro di Biologia Integrata (Cibio) dell'Università di Trento che ha diretto lo studio- Alcune cellule cambiano natura e prendono il sopravvento sulle altre. È come se si fossero costruite una sorta di corazza e nuove modalità di sostentamento per sopravvivere. Imparano cioè a fare a meno del loro sostentamento primario precedente. In sostanza, è come se cambiassero dieta per difendersi. Per frenarle, l'unico modo è interrompere il trattamento e cambiare protocollo farmacologico. I dati che abbiamo generato possono aiutare l'identificazione di molecole in grado di attaccare queste cellule finora intoccabili».

Lanciato con successo il satellite Jason-3

Il satellite Jason-3, realizzato da Thales Alenia Space, joint venture tra Thales (67%) e Finmeccanica (33%), in qualità di primo contraente, è stato lanciato con successo tramite un razzo Falcon 9 (Space X) dalla base delle Forze Aeree di Vandenberg in California. Il satellite Jason 3 è stato posizionato sulla stessa orbita di Jason-2, a un'altitudine di 1.336 chilometri con un'inclinazione di

66 gradi, per fornire una copertura globale delle superfici degli oceani prive di ghiaccio. Con un peso al lancio di 553 chilogrammi, 550 W di potenza e 0,15° (mezzocorno) di precisione di puntamento, il satellite avrà una vita operativa di 3 anni.

Jason-3 fungerà da ponte a una missione

operativa che consentirà il proseguimento delle pluridecennali misurazioni di topografia oceanica. Jason 3 offrirà, inoltre, la stessa accuratezza delle misurazioni oceaniche di Jason 2, comprese quelle in prossimità delle zone costiere, oltre a quelle di laghi e oceani.

La missione oceanografica operativa di Jason-3 prevede una collaborazione tra le 2 organizzazioni meteorologiche Eumetsat e NOAA, a capo del programma, il CNES e la NASA. Basato sulla piattaforma Proteus, Jason-3 si caratterizza per l'altimetro Poseidon-3B, sviluppato anche dal sito Thales Alenia Space di Tolosa.

L'altimetro a doppia frequenza Poseidon-3B continua a essere uno strumento chiave in questo programma di osservazione. Inclusi nella missione principale, Jason-3 imbarcherà DORIS, il sistema per la determinazione orbitale di precisione, un Radiometro a microonde avanzato (AMR), un payload GPS (GPSP) e un retro riflettore laser (LRA).

“Il successo del lancio di Jason-3 è un passo in avanti significativo nell'oceanografia operativa e Thales Alenia Space è lieta di essere partner dei team che lavorano nell'ambito del monitoraggio climatico. Il satellite Jason-3 consentirà la continuità delle misurazioni topografiche di alta precisione degli oceani, dopo TOPEX/Poseidon, Jason-1 e Jason-2, che sono operativi in orbita al momento -ha dichiarato Jean-Loïc Galle, CEO di Thales



Alenia Space- Thales Alenia Space riveste un ruolo chiave nel successo delle missioni di altimetria. Di recente, con il contratto per la costruzione dei satelliti Sentinel 1C e 1D per il monitoraggio ambientale, abbiamo dato prova ancora una volta della nostra esperienza grazie al programma europeo Copernicus". Thales Alenia Space è leader europeo nel monitoraggio del cambiamento climatico ed è al centro delle iniziative ambientali. La società, con un ruolo da protagonista, ha permesso all'oceanografia di diventare operativa. L'enorme sistema di correnti superficiali e profonde favorisce un notevole scambio di calore ed energia tra tutti gli oceani del pianeta e può essere considerato come uno dei motori principali del clima terrestre. Gli altimetri Poseidon giocano un ruolo chiave nella rappresentazione e nella comprensione del fenomeno.

"Maria Skłodowska Curie, ovunque la prima"

A Gubbio eventi dedicati alla grande scienziata Polacca e ... alla scienza al femminile! È con questo titolo che la presidente della Associazione Amici di Polonia in Umbria, dr.ssa Anna Stella Serena Lis, ha invitato a un interessante e stimolante ciclo di avvenimenti che si prospettavano da subito essere

stimolanti di alto profilo culturale, dedicati alla storia della scienza polacca e, in particolare, alla storia della chimica.

La sede di questa articolata manifestazione è stata Gubbio, in provincia di Perugia. L'Associazione Amici di Polonia in Umbria ha dedicato a Maria Skłodowska Curie, nata a Varsavia nel 1867, una serie di iniziative programmate dal 17 dicembre 2015 al 20 gennaio 2016. Prima donna a vincere due premi Nobel (1903 per la fisica e 1911 per la chimica), studiosa di radiazioni, si dovrà a Lei la scoperta del Radio e del Polonio grazie al suo incessante e strenuo lavoro condotto con il marito Pierre Curie.

Il primo incontro è stato fissato dall'Associazione Amici della Polonia il 17 dicembre presso la Casa della Misericordia di Gubbio dove Maria Skłodowska Curie è stata ricordata attraverso un concerto e letture delle "Lettere di Maria Skłodowska" da parte di Suor Agnese Ceccarelli e Clara Stringhini, accompagnate da Lorenzo Cannelli al pianoforte. In 16 gennaio, presso la Basilica di Sant'Ubaldo, il ciclo di incontri ha visto una conferenza dedicata alla promozione della ricerca dal titolo "Promuovere talenti, fare crescere le eccellenze". Domenica 20 dicembre poi, alle ore 16:00, sempre presso la Basilica di Sant'Ubaldo sempre a Gubbio è in calendario il taglio del nastro della mostra dedicata al Premio Nobel polacco, con il

patrocinio dell'Ambasciata della Repubblica di Polonia - Ufficio Consolare di Roma. Gli spettatori possono qui fruire anche di una serie di filmati dedicati alla vita di Maria Skłodowska Curie. La mostra sarà visitabile fino al 20 gennaio. L'Associazione Amici di Polonia in Umbria fa opera di divulgazione, in collaborazione con l'Ambasciata della Repubblica di Polonia - Ufficio Consolare di Roma, della storia, della cultura, delle tradizioni e dell'operato di personaggi di rilievo della Polonia. Quest'anno l'attenzione si concentra sulla eccezionale esperienza umana e scientifica di Maria Skłodowska Curie, che lavorò inizialmente come istituttrice per poter pagare l'Università per sé e per una sorella potendo così entrambe trasferirsi a Parigi per studiare. In Francia Maria si laureò in matematica e in fisica: prima donna ad insegnare alla Sorbonne. È stata scienziata, docente, madre e sposa insieme, riuscendo in tutti quei campi che gli uomini del suo tempo ritenevano inadatti alle donne. L'impegno e la tenacia che ha dimostrato, "ovunque la prima", le hanno garantito l'immortalità. Le iniziative sono condotte in collaborazione con la Basilica Santuario di Sant'Ubaldo, la Casa della Misericordia e il NiPS laboratory del dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Perugia. Si devono i complimenti alla giovane presidentessa della



Associazione promotrice, dr.ssa Lis, molto legata per familiari ragioni alla realtà e alla città di Gubbio, che personalmente conosco ed ammiro, per questa bella iniziativa di "scienza al femminile".

Giuseppe Nardelli

Batterie agli ioni di litio più compatte e più sicure

Si ricarica in appena 7 minuti ed è più compatta delle batterie agli ioni di litio esistenti, offre maggiore sicurezza, fornisce più energia e si carica, appunto, con la velocità di un supercondensatore. Il segreto sta nell'eliminazione dell'elettrolita liquido, che spesso causa i problemi che si riscontrano nelle batterie tradizionali: una soluzione su cui gli scienziati della Toyota stanno lavorando dal 2011. In quell'anno, i ricercatori di Toyota hanno pubblicato uno studio in cui suggerivano di sostituire l'elettrolita liquido con uno solido dotato di una struttura cristallina che "dispone" gli ioni di litio in fila, creando una sorta di canale lungo il quale si possono muovere. Negli anni successivi, gli studiosi si sono dedicati a cercare un elettrolita solido abbastanza stabile ed economico, arrivando ora ottenerne due: uno (la cui formula è $\text{Li}_9.54\text{Si}_{1.74}\text{P}_{1.44}\text{S}_{11.7}\text{Cl}_{0.3}$) adatto per applicazioni che richiedono un'elevata intensità di corrente e l'altro (formula $\text{Li}_9.6\text{P}_3\text{S}_{12}$) che, invece, è adatto ad applicazioni che richiedono un elevato voltaggio. Le batterie realizzate in questo modo possono funzionare tra -30 gradi e 100 gradi Celsius e riescono a completare un ciclo

completo di ricarica in appena 7 minuti.

Ma alzando la temperatura, i tempi calano ulteriormente, diventando paragonabili a quelli dei supercondensatori.

Anche la durata della batteria è interessante: sebbene il primo ciclo di carica, a causa delle reazioni chimiche che avvengono tra gli elettrodi e l'elettrolita, causi una perdita di capacità pari a circa il 10%, dopo 500 cicli la capacità della batteria è ancora del 75%. Lo studio di questo tipo di batterie non è ancora concluso: al momento i ricercatori stanno lavorando sui materiali più adatti per la realizzazione degli elettrodi, alla ricerca della migliore combinazione.

Il cuore cresciuto da cellule della pelle

Utilizzando cellule epiteliali alcuni ricercatori sono riusciti a far crescere un cuore funzionante. Un giorno i trapianti non saranno più necessari: per sostituire un organo difettoso basterà farne crescere una copia partendo da cellule epiteliali. È questo lo scenario che apre il lavoro di un gruppo di ricercatori dell'Ott Lab del Massachusetts General Hospital di Harvard, i quali sono riusciti a ottenere del tessuto cardiaco partendo da cellule epiteliali adulte. Il punto di partenza è stato l'utilizzo di 73 cuori umani classificati inadatti ai trapianti e ottenuti dalla Banca degli Organi del New England.

Gli scienziati ne hanno rimosso tutte le cellule viventi, restando con la sola matrice extracellulare. Hanno, quindi, iniziato il lavoro sulle cellule epiteliali e, utilizzando l'RNA messaggero, sono riusciti a trasformarle in cellule staminali e le hanno costrette a differenziarsi in cellule cardiache.

Le hanno così impiantate sull'"impalcatura" costituita dalla matrice ottenuta dai cuori riuscendo a far crescere un cuore in grado di battere: ciò significa che dalle pelle di un paziente malato di cuore si possono ottenere cellule per rigenerare il cuore stesso. L'utilizzo di un'impalcatura esterna indica che ancora non è possibile



far crescere un cuore completo ma le scoperte attuali lasciano pensare che non sia così impossibile come poteva sembrare un tempo. «Rigenerare un cuore completo è certamente un obiettivo a lungo termine, distante molti anni. Per ora stiamo lavorando alla creazione di una "pezza" miocardica che possa sostituire del tessuto cardiaco danneggiato a causa di un infarto o di un arresto cardiaco» spiega Jacques Guyette, autore principale dello studio.

I batteri che mangiano la plastica

L'inquinamento da plastica, dovuto a tutti gli oggetti usati gettati e gli imballaggi, è un fenomeno particolarmente serio perché la plastica, per sua natura, non è biodegradabile.

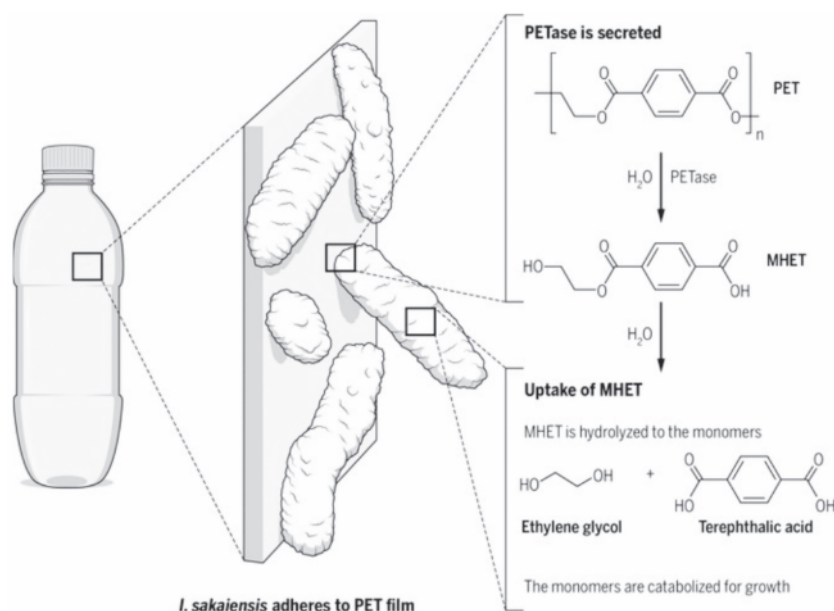
Alcune stime ritengono che oltre cento specie ogni giorno si estinguano anche a causa dell'inquinamento, compromettendo l'ecosistema in maniera irreversibile.

Il problema non può, quindi, che peggiorare e si cercano soluzioni sempre più originali per poterlo affrontare.

L'ultima alternativa è stata scoperta da alcuni ricercatori giapponesi: si tratta di batteri che mangiano la plastica.

Il batterio in questione si chiama Ideonella Sakaiensis e la sua particolarità sta nella capacità di digerire il PET, ossia il materiale plastico con cui sono fatte, per esempio, le bottiglie di plastica. Perché ciò avvenga devono occorrere alcune condizioni: la prima è una temperatura di 30 gradi Celsius mentre l'intero processo dura circa sei settimane. In questo tempo il batterio, grazie a due





enzimi, degrada il PET fino a produrre due monomeri innocui per l'ambiente: l'acido tereftalico e il glicole etilenico.

I test sono stati per ora condotti usando una sottile pellicola di materiale plastico di bassa qualità: per cui non è ancora noto il comportamento del batterio se chiamato a digerire oggetti più "massicci" anche se appare già evidente che, quand'anche fosse in grado di digerirli, i tempi sarebbero sicuramente molto più lunghi.

Molte sono le cause che stanno portando all'estinzione di massa di molte specie viventi tra esse l'assottigliamento della fascia dell'ozono che protegge dagli ultravioletti dannosi, causata anche dall'utilizzo di certi materiali (come i CFC); l'aumento della temperatura, collegato ai gas serra; i rifiuti tossici -dai pesticidi agli erbicidi fino alle scorie nucleari. Inoltre l'impoverimento degli oceani trova anche una sua ragione nella pesca eccessiva che ha decimato la fauna ittica, colpendo in particolare i grandi pesci predatori. A tutto ciò si aggiungono i rifiuti (specialmente in plastica) scaricati negli oceani con l'aumento dell'acidità dei mari.

Per questo il batterio appare più che interessante anche se lo stesso capo dei ricercatori, il microbiologo Kohei Oda, del Kyoto Institute of Technology, ha affermato di essere «molto sorpreso di aver scoperto dei microorganismi che degradano il

PET».

Quindi un gran risultato inaspettato in quanto finora sembrava che non esistesse qualcosa o qualcuno in grado di farlo. Secondo il professor Uwe Bornscheuer, che ha firmato l'articolo su Science che accompagna lo studio, questo batterio potrebbe già trovare applicazione pratica: lo si potrebbe infatti introdurre nelle discariche per favorire il processo di demolizione dei materiali plastici.

«Il ritmo a cui avviene la degradazione è piuttosto lento, però funziona -ha affermato Bornscheuer- E si potranno ottenere risultati migliori con studi ulteriori».

Gli occhiali che donano la visione del colore ai daltonici

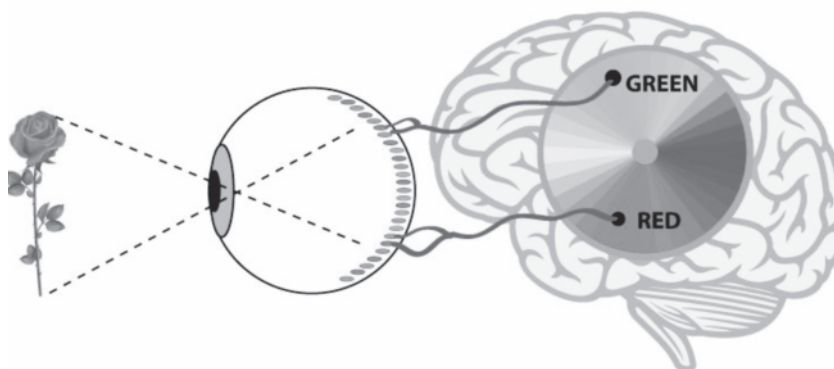
Chi soffre di daltonismo può, a seconda della gravità, avere una vita piena di seccature oppure

proprio difficile, con la preclusione di alcune possibilità: per esempio, è difficile -e pericoloso- che chi non riesce a distinguere i colori lavori come elettricista. Una vera e propria cura ancora non c'è, per cui è necessario poter aggirare il problema: per esempio, con le lenti correttive EnChroma.

La loro storia è interessante, poiché sono state create quasi per caso. Il loro inventore è Don McPherson, che è ancora il cofondatore dell'azienda e che ha passato gli ultimi cinque anni a lavorare su una tecnologia che permetta ai daltonici di vedere il mondo con i colori reali. Prima di fondare EnChrome, McPherson lavorava per un'azienda che produceva occhiali protettivi per chirurghi durante le operazioni che coinvolgono l'uso di laser ad alta potenza.

Usando metalli del gruppo delle terre rare, McPherson trasformò i primi occhiali prodotti -che funzionavano ma alteravano la visione dei colori, rendendo difficile ai chirurghi distinguere i vari toni di colore della pelle e della carne umana- in un prodotto che riusciva a bloccare soltanto determinate lunghezze d'onda: in questo modo gli occhiali proteggevano dal laser ma non alteravano la visione dei colori. Gli occhiali di McPherson piacquero tanto che alcuni chirurghi iniziarono a portarli anche al di fuori della sala operatoria, come occhiali da sole, apprezzando l'elevata saturazione cromatica che producevano.

McPherson decise di provarli durante un torneo di frisbee: un suo amico e compagno di squadra, vedendolo portare quegli strani occhiali gli chiese di provarli. L'amico era daltonico per cui



indossati gli occhiali esclamò:

«Ehi! Ma è fantastico! Riesco a vedere i con!». Per la prima volta era riuscito a vedere i con di color arancione che delimitavano il campo.

La rivelazione colpì McPherson che, pur giocando da quel momento un torneo terribile, iniziò a pensare alla scoperta che aveva fatto e a studiare il daltonismo. È a seguito di questo evento che negli anni è nata EnChroma, che produce occhiali capaci di bloccare certe lunghezze d'onda specifiche, riuscendo in tal modo a restituire ai daltonici la corretta visione dei colori. L'articolo continua dopo il video.

Il segreto degli occhiali di McPherson sta nel fatto che «i meccanismi neurali nel cervello [delle persone daltoniche] sono a posto. Aspettano soltanto il segnale giusto. Così, se riusciamo a inviare loro quel segnale, possiamo ripristinare la corretta percezione dei colori nelle persone daltoniche».

L'orecchio umano (funzionante) stampato 3D

Da qualche anno l'utilizzo delle stampanti 3D ha aperto nuovi scenari per quella che viene definita "medicina rigenerativa". Utilizzando particolari biomateriali al posto della plastica è possibile stampare organi coi quali sostituire quelli danneggiati o persi: per esempio, il Wake Forest Institute for Regenerative Medicine (nella Carolina del Nord) ha dimostrato come sia possibile creare mandibole, tessuti muscolari e tessuti cartilaginei con una stampante 3D.

A dirigere il gruppo di ricerca che si occupa della stampa 3D di organi c'è il dottor Anthony Atala che ora, usando il procedimento chiamato *Integrated Tissue and Organ Printing System* (ITOP) è riuscito a realizzare un

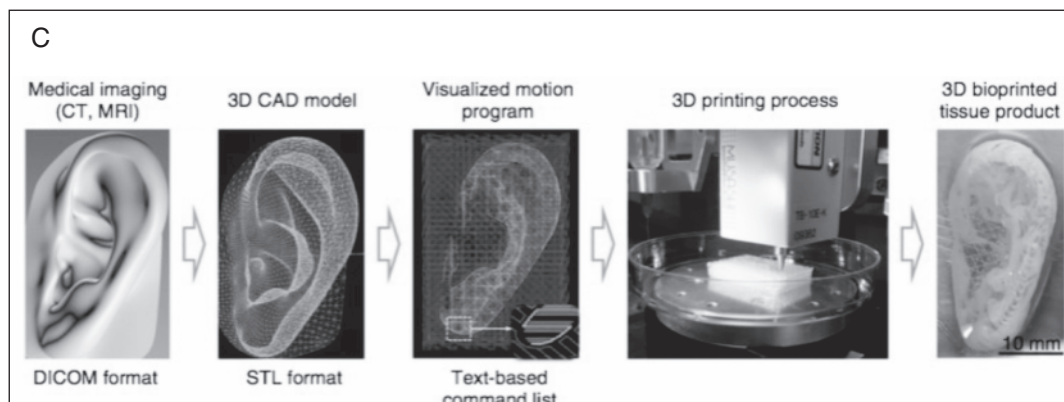
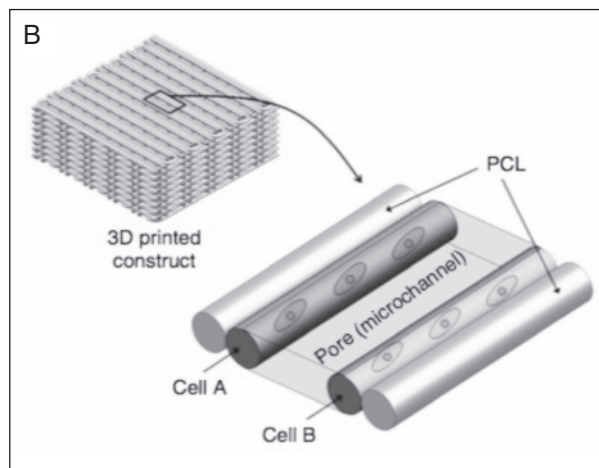
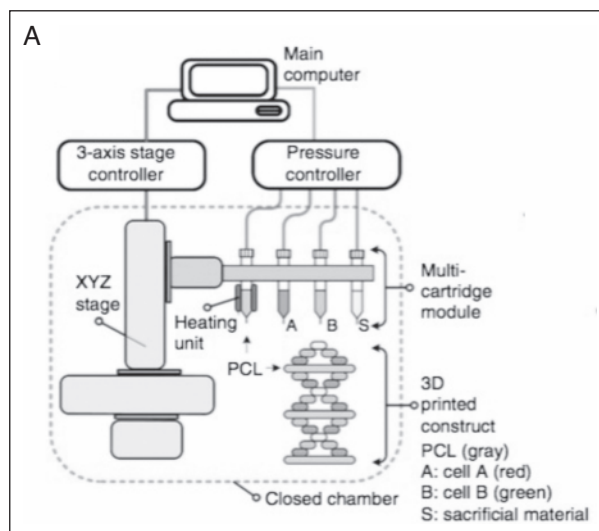
orecchio umano funzionante, completo di vasi sanguigni, pronto per il trapianto.

Prima dell'introduzione dell'*Integrated Tissue and Organ Printing System* questa strada era già stata tentata ma risultava difficile stampare tessuti abbastanza robusti. Inoltre, c'era il problema dei vasi sanguigni, le cui dimensioni ridottissime rendevano estremamente difficile la realizzazione.

ITOP stampa innanzitutto una struttura realizzata con un polimero biodegradabile che darà la forma al tessuto "in costruzione". Successivamente la struttura viene riempita con un gel atossico al cui interno si trovano cellule viventi mentre e contestualmente vengono realizzati dei microcanali nel tessuto. «In sostanza abbiamo ricreato i capillari, creando microcanali che funzionano come un letto capillare» ha spiegato il dottor Atala.

Nonostante la strada che porterà a poter usare per i trapianti gli organi stampati con ITOP sia

ancora lunga, i test sugli animali hanno dato risultati positivi: orecchie di dimensioni di quelle umane sono state impiantate al di sotto della pelle di topi, e dopo due mesi hanno mantenuto la loro forma e si sono formati tessuti cartilaginei e vasi sanguigni.



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

Carlo Bernardini, *presidente onorario*; Maurizio Luigi Cumo, *presidente*; Francesco Balsano, *vicepresidente*; Barbara Martini, *amministratore*; Filomena Rocca, *segretario generale*; Mario Ali, Luigi Berlinguer, Vincenzo Cappelletti, Enzo Casolino, Salvatore Lorusso, Elvidio Lupia Palmieri, Antonio Speranza, Nicola Vittorio, *consiglieri*; Alfredo Martini, *consigliere onorario*.

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

COMITATO SCIENTIFICO

Michele Anaclerio, 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, 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