



Dal 1° al 21 ottobre la quinta edizione di BergamoScienza animerà Città Alta e Città Bassa con ottanta eventi scientifici gratuiti. Per due weekend si terranno le conferenze affidate a scienziati di fama internazionale, tra i quali il Nobel per la chimica Roald Hoffmann, il concittadino onorario Andrea Viterbi, Kerry Emanuel, William Mitchell,

Ioannis Yannas e molti altri. Per tre settimane resteranno aperti mostre e laboratori interattivi, organizzati con la partecipazione di tutte le istituzioni e le realtà culturali ed economiche del territorio. Alcuni eventi sono riservati alle scuole e quest'anno, per la prima volta, le proposte si allargano ai bambini delle elementari, mentre il pubblico

adulto potrà conversare con gli scienziati, approfondendo i temi di interesse. Fra gli argomenti in evidenza ci sono il clima e gli uragani, la medicina rigenerativa, le città digitali, la lotta alla tubercolosi, il linguaggio degli animali, le protesi neurali. Tra gli appuntamenti, la prima mostra di Nanoarte e le Variazioni Goldberg suonate da Bahrami.



## La scienza è grande se si allea con la vita

**L**a nostra conoscenza può essere solo finita, mentre la nostra ignoranza deve essere necessariamente infinita». La citazione di Karl Popper, scelta dai promotori di «BergamoScienza» per caratterizzare la 5ª edizione di quest'interessante appuntamento scientifico rivolto al grande pubblico, offre lo spunto per una riflessione complessiva sui compiti della ricerca e del ricercatore. Sono sempre stato per la libertà del ricercatore, ma quando l'oggetto della ricerca è l'uomo – e la sua potenziale distruzione –, la libertà deve essere vigilata, perché non si può consentire a chi effettua ricerche di fare tutto ciò che vuole. Sembrerebbe un atteggiamento di buon senso, eppure molti scienziati – ma non solo loro – non la pensano così. Il perché è presto detto: dietro la ricerca, ci sono troppi interessi di tipo economico. Dietro la ricerca, c'è troppa spregiudicatezza. In questo momento storico, mi sento come mio padre negli Anni '60 e '70, quando se un intellettuale non era iscritto al Partito Comunista non era un intellettuale: oggi un ricercatore che abbia il coraggio di dire che la ricerca fatta utilizzando le cellule staminali embrionali non ha un prevedibile futuro traslazionale (cioè trasferibile al letto del paziente) finisce per essere considerato dall'intelligenza che governa una larga fascia dei mass media un non ricercatore, e comunque un non scienziato. Quello delle «staminali» resta un tema delicatissimo, e possiamo prenderlo come paradigma di quanto Benedetto XVI ha recentemente afferma-

to nel suo viaggio in Austria, laddove ha sottolineato che le grandi conoscenze della scienza diventano ambigue, possono aprire prospettive importanti per il bene e per la salvezza dell'uomo, ma anche una terribile minaccia per la distruzione dell'individuo e del pianeta. Oggi, nel mondo, ci sono oltre 50 mila persone che ogni anno si sottopongono a trattamenti terapeutici con l'utilizzo di cellule staminali dell'adulto, con una percentuale di casi di guarigione che si aggira attorno al 70%. Viceversa, come dimostrano tutti gli studi internazionali, utilizzando le cellule staminali embrionali non si è ancora riusciti ad avere nessun caso di terapia: allo stato attuale, la ricerca che utilizza le cellule «embrionali» altro non è che una vera e propria aggressione nei confronti degli embrioni, un atto di distruzione della vita umana in piena regola. Va da sé, dunque, che la strada da percorrere è quella che mette al centro della ricerca la cellula staminale adulta, che oggi può essere riprogrammata fino a «ringiovanirla», utilizzando la poi per scopi terapeutici senza alcun problema di natura etica e con potenzialità terapeutiche enormi. Purtroppo, però, anziché andare in questa direzione, la scienza va verso le «chimere», come dimostra il via libera del governo britannico alla speri-



*Sono sempre stato per la libertà del ricercatore, ma quando l'oggetto della ricerca è l'uomo – e la sua potenziale distruzione –, la libertà deve essere vigilata: chi effettua ricerche non può fare tutto ciò che vuole*

mentazione sugli ibridi citoplasmatici ottenuti mediante una vera e propria clonazione. Il problema più rilevante è che si vogliono produrre e manipolare embrioni umani con Dna animale: così non solo si interviene su una realtà che è umana, ma si creano anche «entità» aberranti, non naturali, con conseguenze imprevedibili sia a livello antropologico sia a livello sanitario. Ma al di là dell'aberrazione che si viene a creare, ciò che deve far riflettere è che sia stata assunta una decisione a seguito di un sondaggio, i cui risultati, peraltro, sono stati fortemente criticati. Il fatto che, secondo una interpretazione, oltre il 61% degli inglesi si sia espresso a favore della creazione dei ibridi ha portato alla formulazione di un parere positivo. Si instaura così un criterio pericoloso in cui non solo si fa strada un'etica della maggioranza, ma addirittura non si tiene conto della realtà umana che si sta calpestando e del parere negativo espresso in importanti documenti internazionali, come la Convenzione di Oviedo e, in Italia, dalla Legge 40. Solo la tutela e la promozione della vita garantiscono il pieno rispetto dei diritti di ogni essere umano. Solo una scienza al servizio di ogni essere umano è al sicuro da qualsiasi tentazione di onnipotenza. Solo l'alleanza tra scienza e vita offre il fondamento sta-

bile e oggettivo per una società capace di porre al proprio centro – anche nel futuro – la dignità intrinseca ad ogni essere umano in tutte le fasi della sua esistenza, e in particolare quando è più vulnerabile: all'inizio e alla fine del ciclo vitale, come anche nella malattia, nella debolezza e nella disabilità. Da soli, il «sapere» e il «saper fare» non bastano: occorre mettere entrambi a disposizione dell'uomo. Perché questo accada è indispensabile che anche la scienza si confronti con la società, si comporti in modo responsabile in relazione al nostro futuro, si lasci interpellare e – se è il caso – anche criticare e correggere, al fine di rispondere e di servire con umiltà una società che le si affida con crescente fiducia, ma che le chiede anche di non sottrarsi all'attenta vigilanza dell'etica e dei diritti umani. La scienza può difendere e promuovere la vita di ogni essere umano in tutte le sue manifestazioni se ne riconosce il primato e l'intangibile dignità. Diversamente si presta ad abusi e manipolazioni che vanno contro la vera libertà e il rispetto al quale ciascun essere umano ha diritto. Ecco perché, quando si giunge alla soglia di questo limite, bisogna anche essere capaci di fermarsi di fronte alla finitezza della nostra conoscenza, lasciando spazio a tutta la nostra infinita ignoranza.

**Bruno Dallapiccola**  
Genetista Medico  
Presidente dell'Associazione  
«Scienza & Vita»  
Ordinario di Genetica Medica  
all'Università La Sapienza di Roma

### all'interno

**Yannas: la pelle artificiale supera i trapianti**

A PAGINA 2

**Hoffmann: gli scienziati non governino**

A PAGINA 3

**Emanuel: Mediterraneo a rischio uragani**

A PAGINA 5

**Viterbi: la comunicazione in una mano**

A PAGINA 6

**Mitchell: così cambio Saragozza**

A PAGINA 7

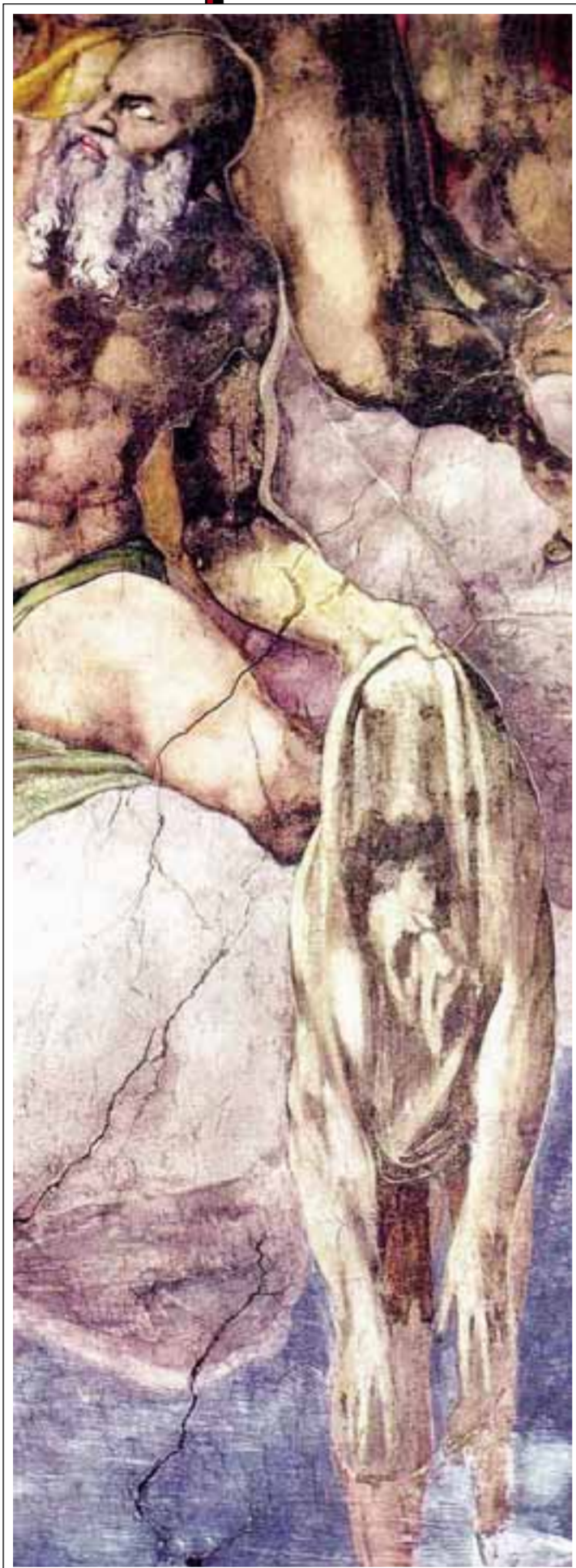
**Sorondo: fede e ragione le ali dello spirito**

A PAGINA 9





# Il bioingegnere



## Dalla cute artificiale alla medicina rigenerativa

Ioannis V. Yannas, professore di ingegneria meccanica al Mit di Boston, si occupa di rigenerazione di organi e tessuti e di biomateriali. Insegna anche design di dispositivi medici e meccanica cellulare. Dottorato di ricerca a Princeton nel 1966 in chimica fisica, nel 2001 ha pubblicato «Tissue and organ regeneration in adults» (Springer). Il lavoro in laboratorio ha portato nel periodo

1975-82 alla scoperta della prima metodologia per indurre la rigenerazione d'organo negli adulti, dando il via alla medicina rigenerativa. Nell'individuo adulto è stato possibile finora rigenerare parzialmente la pelle, la congiuntiva dell'occhio (2000) e i nervi periferici. Dalla ricerca sono nati farmaci impiegati per le grandi ustioni, gli interventi plastici e le ulcere croniche della pelle.

# Ioannis V. Yannas La pelle «finta» cancellerà i trapianti

Un giorno sarà possibile rimettere in funzione organi fuori uso  
Una rete sintetica biologica risana la ferita senza lasciare cicatrici

**A**gli inizi degli Anni '70 era qualcosa che sapeva di fantascienza, oggi la pelle artificiale è una realtà che quotidianamente salva vite umane, quelle dei grandi ustionati sopra tutti. Un traguardo raggiunto tra il 1975 e il 1982 da Ioannis V. Yannas, ingegnere meccanico del Mit di Boston, una «passione» per le ferite e le cicatrici, brutte da vedere le prime, incapaci di ridare al tessuto danneggiato lo smalto perduto le seconde. Una storia affascinante, un percorso lungo e difficile che Yannas, il «padre» della cute sintetica e della medicina rigenerativa, spiegherà ai bergamaschi il 5 ottobre, alle 18, nell'Auditorium del Seminario vescovile.

**Studiando le forze in gioco nella cicatrizzazione dei tessuti, la medicina rigenerativa mira a «riattivare» completamente le funzioni originali degli organi prima che questi vengano danneggiati da un trauma o da una malattia: cosa ci riserverà il futuro?**

«La medicina rigenerativa offre la speranza che un giorno sia possibile rimettere in funzione quegli organi che hanno smesso di funzionare a causa di una malattia o di un trauma. Oggi non è più necessario eseguire il trapianto di pelle o dei nervi per curare pelle o nervi seriamente danneggiati. Se questa possibilità si potesse estendere anche ad altri organi, si diminuirebbe drasticamente la necessità dei trapianti d'organo, dal fegato ai reni. Una simile eventualità non potrebbe giungere in un momento migliore, considerando che già da tempo la richiesta di organi da trapiantare è di gran lunga superiore alle disponibilità e che, proprio a causa di questa situazione, sono purtroppo ancora molti i malati che muoiono in lista d'attesa».

**Davvero l'uomo può rigenerare organi che non funzionano più?**  
«Ad oggi siamo riusciti a far ricrescere la pelle, i tessuti nervosi periferici e la congiuntiva dell'occhio, quel rivestimento trasparente che protegge il «bianco» dell'occhio e che ricopre la superficie interna delle palpebre, proteggendo l'occhio e impedendone la disidratazione. Trent'anni fa tutto questo era impensabile: fra trent'anni, magari anche meno, forse potremo dire per alcuni altri organi del nostro corpo quanto diciamo oggi per la pelle o i nervi. Prima però dobbiamo riuscire a comprendere perfettamente i meccanismi che stanno alla base dei processi per cui, nel 2007, l'uomo adulto può essere indotto a rigenerare pelle e nervi».

**La scoperta, negli Anni '70, della possibilità di rigenerare il derma, lo strato più interno della pelle, è stata la prima a confermare l'ipotesi che un tessuto adulto che non rigenera spontaneamente poteva essere indotto a rigenerarsi: cos'è successo da allora a oggi?**

«Contrariamente a quanto accade nei primi stadi fetali, dove la rigenerazione avviene in maniera perfetta, gli adulti non rigenerano spontaneamente gli organi che si sono danneggiati in modo serio, indifferentemente che la causa sia stato un trauma improvviso o un insulto cronico che si trascina da lungo tempo. La cicatrice che «chiude» una ferita rimargina un taglio, ma non ripristina l'originale funzionalità della pelle o del nervo danneggiato. Per molti decenni i ricercatori hanno considerato il processo di formazione della cicatrice come la causa della mancata rigenerazione dell'organo negli adulti, ma le indagini degli ultimi vent'anni hanno consentito di scoprire un nuovo punto di vista, eccezionalmente differente, lo stesso che poi ha portato alla rigenerazione della pelle, della congiuntiva dell'occhio e dei nervi periferici. La scoperta che sono le forze mecca-

niche a svolgere un ruolo critico e determinante durante il risanamento delle ferite è stata fondamentale».

**E cosa combinano queste forze meccaniche?**

«Ciò che sappiamo oggi della formazione di una cicatrice suggerisce l'ipotesi che la sua formazione possa essere evitata o comunque adeguatamente trattata subito dopo la sua comparsa, riuscendo così a ridurre, ad esempio, quella deturpante. La cicatrice, infatti, si forma come conseguenza del processo di contrazione che l'organismo mette in atto per chiudere le ferite che si aprono in quasi tutti gli organi. La contrazione è un processo meccanico in cui le cellule dei tessuti danneggiati «tirano» i bordi della ferita verso il centro della ferita stessa, riuscendo così a chiuderla completamente. La contrazione della ferita è comunque un processo vitale, perché una ferita aperta, a lungo andare, porta alla morte, per infezione o per disidratazione. Nel Medioevo, i prigionieri picchiati a sangue morivano di fatto per gli enormi squarci che i bastoni o i flagelli provocavano sui corpi, dai quali veniva staccata la pelle, con conseguenti rapide disidratazioni».

**Oggi, con la pelle artificiale, il processo di rimarginazione della ferita viene sostituito da un processo di rigenerazione della pelle. Com'è possibile?**  
«Fino ad ora, oltre che della congiuntiva, siamo riusciti a indurre la rigenerazione della pelle e dei nervi periferici. In entrambi i casi il trattamento si è basato sull'applicazione, sopra l'organo ferito, di una rete sintetica capace di un'intensa attività biologica (ricca cioè di enzimi, fattori di crescita e altre proteine), una sorta di impalcatura a protezione della ferita, capace da un lato di bloccare il processo di risanamento attraverso la cicatrizzazione, e, dall'altro, di innescare il processo di rigenerazione, ripristinando la struttura del tessuto e della funzione originale della pelle o del nervo danneggiato. Bloccare il processo di contrazione che si innesta naturalmente per chiudere le ferite e innescare la rigenerazione è il grande sforzo della medicina rigenerativa. Del resto, quando le «impalcature» biologicamente attive funzionano, il risanamento dell'organo danneggiato assomiglia molto al processo di rigenerazione che si sviluppa nel feto dei mammiferi, senza alcuna cicatrice. I primi pazienti curati con questo nuovo metodo sono stati i grandi ustionati, ma oltre che per la cura delle ustioni la rete-impalcatura viene utilizzata anche sui pazienti sottoposti a interventi di chirurgia plastica. Della pelle artificiale ci si avvale anche per la cura delle ferite croniche in particolari tipo di pazienti, come quelli costantemente allettati, alle prese con le piaghe da decubito».

**E la rigenerazione dei nervi periferici?**  
«I nervi periferici sono i nervi dei piedi, delle gambe e del volto. Tagliati e non curati, causano molto dolore, per lunghi periodi, riducendo sensibilmente la qualità di vita. La terapia chirurgica comunemente applicata è costituita nel «tirare» le estremità del taglio del nervo, suturandole tra loro per riavere un nervo ricollegato che funziona piuttosto bene. Tuttavia, quando la ferita è particolarmente severa e le estremità del taglio sono troppo lontane per poter essere suture tra loro, tirarle molto farebbe perdere al nervo la sua capacità di condurre gli impulsi elettrici, minandone la funzione. Oggi, per ricollegare i due «ceppi» del nervo eccessivamente distanti tra loro e ricucirli insieme, può essere utilizzata un'impalcatura simile, ma non identica, a quella usata per indurre la rigenerazione delle pelle».

Alberto Ceresoli



*Già da tempo la richiesta degli organi da trapiantare è di gran lunga superiore alle disponibilità. Sono ancora molti coloro che muoiono in lista d'attesa*



# Il chimico Premio Nobel



## Roald Hoffmann Gli scienziati non governino

«Sono pronti a tutto: invece ci vuole prudenza  
Non tutte le ricerche oggi si dovrebbero fare»

**R**oald Hoffmann ha ricevuto il Premio Nobel per la Chimica nel 1981. È un raro caso di grande scienziato umanista. Convinto che i ricercatori abbiano delle responsabilità morali nei confronti dell'umanità, e che debbano «parlare alla gente», non esita a usare anche i linguaggi della poesia e del teatro. Sulla copertina dei suoi libri campeggiano quadri di Caravaggio. Nelle sue riflessioni «sulla scienza e la tradizione ebraica» usa la metafora evangelica del vino - mettendo nuovi alambicchi in otri vecchie - per far reagire utilmente la chimica del '900 con la millenaria sapienza del suo popolo - anche se si confessa ateo.

A Bergamo terrà una delle conferenze più attese (domenica 14, ore 17.30, Auditorium del Seminario) su «La tensione essenziale della chimica: beneficio e danno», introdotto da Piergiorgio Odifreddi; la sera prima (ore 21, Auditorium della Provincia, Borgo Santa Caterina) vedremo la sua *pièce* «Se si può, si deve?» che mette a tema in modo drammatico le responsabilità sociali di scienziati e artisti.

**Professore, lei è uno dei non molti scienziati che negli ultimi anni abbia lottato contro il riduzionismo: la tendenza, di fronte a un fenomeno, a dire che si tratta «solo» di quanto la scienza, con determinati strumenti, è in grado di registrare. Cosa pensa dell'idea, molto diffusa, che il pensiero umano «non sia altro» che una serie di sinapsi cerebrali?**

«Supponiamo che lei riceva una lettera anonima. In essa c'è un foglio di carta con una citazione tratta da una poesia di John Donne: «Amore è luce mattutina che cresce, o costante e piena/ e il suo primo istante che segue il mezzogiorno è notte». Il fatto di conoscere la sequenza dell'accensione dei neuroni quando il poeta scrisse questo verso, o di quelli che si attivano nella tua mente quando lo leggi piuttosto che nel cervello della persona che ha spedito la lettera, il fatto di conoscere la fantastica, splendida complessità dei procedimenti biochimici che stanno dietro ai processi neuronali rappresenta un tipo di conoscenza al tempo stesso incredibile e desiderabile, che potrebbe benissimo meritare più di un premio Nobel. Io aspiro a questo tipo di conoscenza, eppure... Ciò non ha nulla a che fare con il comprendere la poesia, nel senso in cui comunemente sia io che lei comprendiamo un testo letterario, o guidiamo un'automobile o in altro modo prendiamo parte alla vita di questo mondo terribile e meraviglioso».

**Gli scienziati devono essere lasciati liberi di operare in qualsiasi direzione?**  
«Io credo che ogni atto creativo, scientifico (come rifare una molecola) o umano (la nascita di un bambino, lo scrivere una poesia) che sia, debba essere accompagnato da una valutazione di tipo etico da parte di chi lo compie. Come minimo occorre chiedersi: "Questo farà del male a qualcuno? Se non io in prima persona, qualcun altro potrà facilmente utilizzarlo male?". Gli scienziati hanno delle responsabilità di fronte a ciò che creano e devono informare gli altri uomini dei possibili pericoli connessi. Se non se le assumono loro, chi potrà farlo? Io, oggi come oggi, sono convinto che un certo tipo di ricerche non dovrebbero essere svolte».

**Ad esempio quali?**  
«Quelle su differenze di intelligenza legate alla razza. I risultati sarebbero certamente mal utilizzati. Noi, come società, abbiamo scelto di non considerare differenze di questo tipo, anche se mediamente esistono. Così come io non lavorerei sulla produzione di missili a testata chimica».

**Esistono dei «peccati» scientifici?**  
«"Peccato" è una parola forte. Penso tuttavia che le trasgressioni di tipo ecologico abbiano ormai varcato il limite che corre tra il semplice combinare un guaio e il commettere un vero e proprio "peccato". Così come penso che violare le regole della nostra micro-società scientifica, ad esempio rubando idee da un progetto che stai recensendo o bloccando la pubblicazione di un saggio di un tuo concorrente, siano dei "peccati"».

**Spesso però uno scienziato lavora su una nuova frontiera, tra fenomeni che è difficile anche solo leggere correttamente con le vecchie categorie di cui dispone.**  
«È difficile fare cose nuove, sempre. Eppure è ciò che facciamo in ogni momento, usando ciò che abbiamo imparato dai nostri padri intellettuali, e non senza che il caso giochi le sue carte. La mia personale filosofia è quella di non lavorare su problemi importanti, ma di osservare la ricchezza del mondo che ci circonda cominciando a risolvere una serie di piccole questioni, sempre tenendo ben ferme in mente le connessioni che legano ogni cosa. Risolvi un numero sufficiente di piccoli problemi e vedrai dispiegato di fronte a te l'universo».

**Lei è uno scienziato piuttosto originale: nella scienza oggi esiste un conformismo al quale è necessario opporsi?**  
«Sì, esiste sempre il conformismo e l'abitudine. Ma forse deve essere così, in modo che il nuovo possa essere realmente nuovo!».

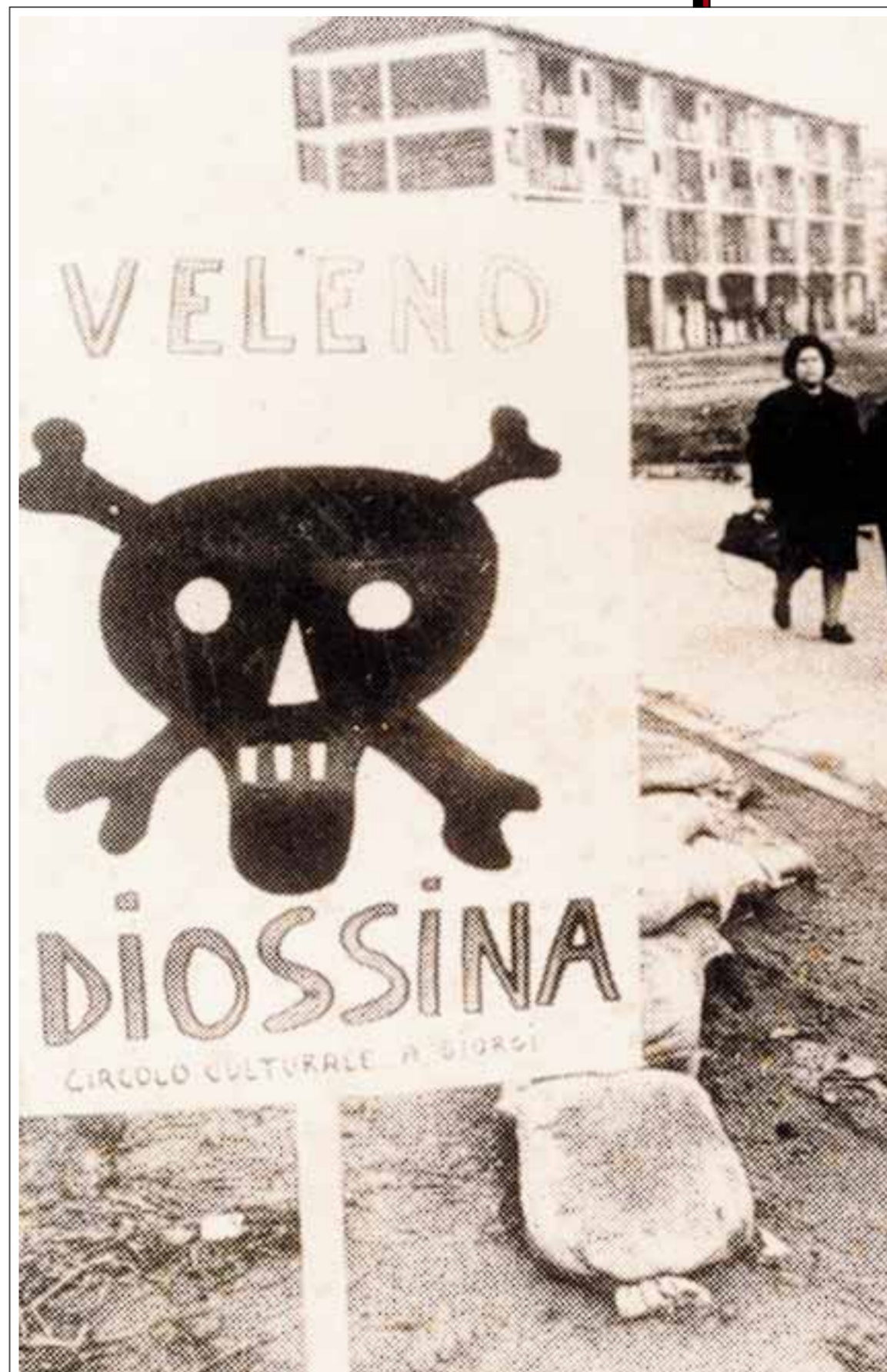
**Lei ha detto che uno scienziato a volte si trova nei panni di Edipo. Cosa intendeva dire?**  
«Edipo è un giovane uomo, onesto. E nonostante ciò qualcosa di terribile nella sua vita accade, come conseguenza del fatto che per legittima difesa ha ucciso suo padre e ha finito per sposare sua madre, rendendosene però conto solo a posteriori. Anche nella scienza esistono cose che sembrano buone ma possono rivelarsi di tutt'altra natura. Pensiamo ad esempio ai clorofluorocarburi, che provocano il buco nell'ozono. Quando furono sintetizzati, furono anche testati e selezionati in vista degli utilizzi per i quali erano stati inventati - ad esempio azionare un flacone di schiuma da barba - proprio perché non facevano del male. Risultavano neutrali, non reagivano con nulla; si pensava che si sarebbero semplicemente dispersi nell'aria senza alcun danno, e per decenni tutti hanno continuato a credere sinceramente che si trattasse di prodotti ottimi. Poi è saltato fuori che, se non ci fossimo messi d'accordo sul loro bando, i cfc avrebbero avuto effetti disastrosi. Esistono diversi casi di questo tipo. Pensando all'Italia, anche le sostanze chimiche implicate nel disastro di trent'anni fa a Seveso erano state prodotte per ottime ragioni, eppure hanno causato un terribile incidente ambientale. Ci sono casi in cui lo scienziato ha esaminato dal punto di vista morale la sua scoperta e ha concluso che non farà del male a nessuno; e ha anche molte ragioni per una valutazione di questo tipo. La sua scoperta però viene poi utilizzata male, deve fronteggiare conseguenze dei suoi atti che non aveva previsto e si trova in mezzo a una "tragedia greca". A volte noi dobbiamo vivere con responsabilità estremamente pesanti sulle spalle. Io però non consiglierai allo scienziato di accecarsi, come fece Edipo: esistono altre soluzioni».

**Crede che anche oggi stiamo correndo rischi del genere?**  
«Sì, certo. Anzi, credo che andranno aumentando. Stiamo producendo - per ottime ragioni, che migliorano la nostra vita - tante nuove molecole. In alcuni casi non dovremmo fabbricarle. Quando non si sa quali saranno le conseguenze, bisognerebbe non utilizzarle: è quello che viene definito come il "principio di precauzione". So bene, però, che il mio non è un punto di vista molto condiviso fra gli scienziati».

**Quando sono in gioco scelte del genere, crede che sarebbe saggio affidare, a livello politico, la responsabilità a un grande scienziato?**  
«No, io non vorrei affatto che scienziati e tecnologi governassero il mondo come intendono loro. Sarebbero capaci di uccidere in nome della ragione, temo. Il mondo va governato anche attraverso il discernimento delle emozioni e la compassione che ci derivano dalla letteratura, dalla psicologia, dalle arti».

**I poeti affermano qualcosa del mondo che sfugge agli scienziati?**  
«Molte cose le capiscono meglio: quelle che ci fanno felici o infelici, il modo in cui funzionano le emozioni umane, come le persone interagiscono fra loro... La scienza ha definito per sé un certo campo di problemi che possono ricevere soluzioni puntuali. Ma la vita è fatta anche di altro. Io non ho paura di mostrare emozioni, né - nonostante sia ateo - di pensare che la religione è una cosa naturale e importante per la gente».

Carlo Dignola



### Dal ghetto polacco a Ithaca scrivendo formule e poesie

Roald Hoffmann è nato nel 1937 a Zloczow, una cittadina polacca che al tempo dei suoi genitori faceva parte dell'Impero austro-ungarico. Chiuso in un ghetto, assieme alla madre fu fatto fuggire dal padre, che finì poi ucciso dai nazisti. Riuscirono a nascondersi in Ucraina e poi a fuggire attraverso Cecoslovacchia, Austria e Germania negli Stati Uniti, nel 1949. Laureato in chimica a Harvard, nell'81 ricevette il Nobel. È anche un ottimo insegnante e divulgatore, e scrive di poesia e teatro. Oggi insegna alla Cornell University di Ithaca, New York, dove si interessa delle proprietà di sostanze organiche e inorganiche e di nuovi materiali. Ama Bertolt Brecht e Primo Levi. Per divertimento tiene ogni mese un cabaret scientifico (gratis) al Cornelia Street Café del Greenwich Village.

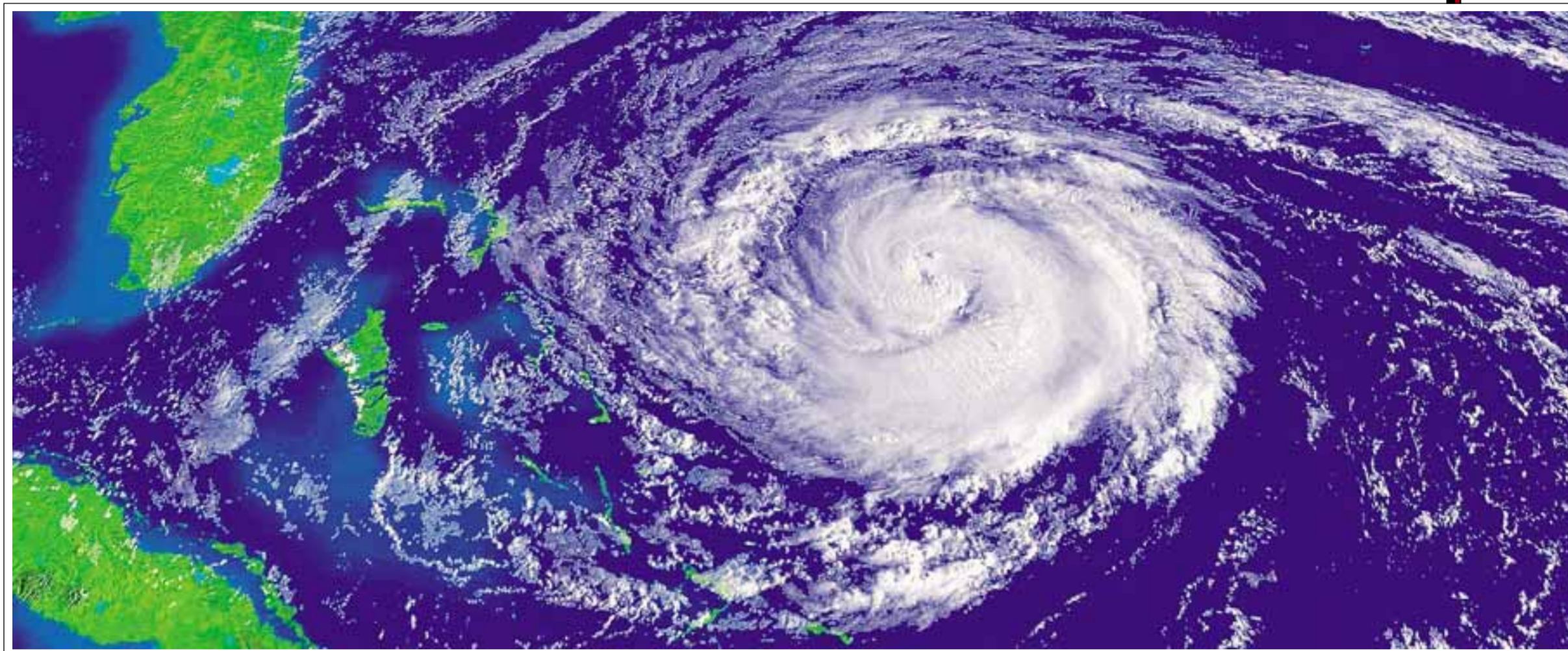


Ogni atto umano, dal rifare una molecola al far nascere un bambino, deve essere etico. I ricercatori devono informare gli altri uomini dei possibili pericoli

Occorre chiedersi: «Qualcuno potrà usare male la mia scoperta?». Spesso siamo nei panni di Edipo: scopriremo solo domani ciò che davvero abbiamo fatto



# Il meteorologo



## KERRY EMANUEL «Mediterraneo a rischio uragani»

L'aumento della temperatura media delle acque provoca un incremento della forza delle tempeste

**K**erry Emanuel conferma: anche l'Italia, anche il bacino del Mediterraneo dovranno fare presto i conti con il surriscaldamento dell'atmosfera che avvolge il pianeta Terra. Anzi, i conti li stanno già facendo. E ce ne accorgiamo anche noi da qualche anno in qua: lunghi periodi torridi e senza piogge, campi di granoturco seccati dalla siccità. In compenso sempre più frequenti si fanno i temporali, i rovesci imponenti, anche se della durata di poche ore.

Kerry Emanuel è americano, è professore di meteorologia e attualmente lavora al Mit, Massachusetts Institute of Technology, il celebre istituto che ha sede a Boston. Emanuel si occupa in particolare dei venti, dei movimenti convettivi dell'atmosfera e dei meccanismi che danno luogo a temporali e uragani. Parlerà a Bergamo il 13 ottobre (ore 9, Auditorium del Seminario, Città Alta).

**Professor Emanuel, lei pensa che il surriscaldamento dell'atmosfera sia dovuto all'inquinamento, all'attività umana, e in particolare all'immissione in atmosfera di anidride carbonica?**

«Non ci sono più dubbi circa il fatto che l'atmosfera si stia riscaldando e che si stia riscaldando così velocemente a causa dell'effetto serra causato dai gas prodotti dalle attività umane. Direi che questo non può più essere considerato una questione di opinioni, le prove in materia sono evidenti».

**Lei ha sostenuto che il riscaldamento degli oceani è la ragione dell'incrementarsi della forza degli uragani negli ultimi anni.**

«Le ricerche più approfondite di questi anni ci portano ad affermare che gli uragani diventeranno sempre più violenti, più carichi di energia. Ma allo stesso tempo è possibile che la loro frequenza diminuisca».

**Non solo si stanno riscaldando gli oceani, si sta riscaldando, e forse in misura maggiore, anche il mare Mediterraneo. Lei conferma questa notizia? E ritiene che questo possa comportare effetti pericolosi per i paesi mediterranei?**

«Sì, anche il Mediterraneo aumenta la sua temperatura media. Gli oceani si sono riscaldati mediamente di 0,3 - 0,7 gradi nell'ultimo secolo, ma in particolare negli ultimi vent'anni. Il Mediterraneo si colloca nella fascia alta. Abbiamo notato nei nostri studi che a una crescita della temperatura del mare corrisponde un incremento della forza delle tempeste e, viceversa, a un calo della temperatura corrispondono manifestazioni atmosferiche meno violente. Detto questo, è evidente che anche il Mediterraneo rischia di vedere aumentata la forza delle tempeste atmosferiche con la manifestazione di uragani».

**Come si originano gli uragani?**

«Gli uragani si originano come gruppi, come insiemi di tempeste temporalesche, ma l'esatto meccanismo per cui questi temporali danno poi luogo a un uragano non è chiaro. Nel Mediterraneo si sviluppa una tempesta simile a un uragano ogni due, tre anni».

**Lei pensa che il bacino del Mediterraneo e in particolare l'Italia soffrirà per via della crescita della temperatura?**

«Ci sono diversi motivi di preoccupazione a proposito. Prima di tutto il livello del mare sta crescendo e continuerà a crescere. Questo potrà rappresentare un problema per le città della costa e per quelle che si trovano prossime al livello del mare. Venezia, per esempio. Secondo motivo di preoccupazione riguarda l'andamento della stagione estiva: la tendenza sarà verso un innalzamento ulteriore della temperatura e lunghi periodi senza piogge, quindi di siccità. Questo comporterà effetti negativi per il benessere delle persone e per l'agricoltura. Aumenterà la richiesta di energia per i condizionatori nelle abitazioni e di acqua per l'irrigazione dei campi. E questo porterà ad altri problemi... Infine prevediamo che le manifestazioni atmosferiche violente si moltiplicheranno e quindi le alluvioni».

**Come si misura la forza di un uragano?**

«Per stabilire la forza di un uragano è necessario stabilire la velocità del vento a livello della superficie terrestre lungo la durata del temporale. In un anno ci sono mediamente novanta cicloni sul nostro pianeta e l'innalzamento della temperatura media non sembra incidere sul numero di uragani. Abbiamo invece accertato che negli ultimi trent'anni si è verificato un aumento del quindici per cento nella velocità del vento, l'energia liberata è cresciuta del settanta per cento e la durata è aumentata del sessanta per cento».

**Negli ultimi anni nelle nostre regioni abbiamo avuto un calo di precipitazioni e un incremento delle manifestazioni temporalesche, anche durante l'inverno, talvolta accompagnate da trombe d'aria. Lei pensa che questa situazione sia da imputare al surriscaldamento atmosferico?**

«Non ho studiato questi fenomeni relativi alle vostre regioni, ma in effetti questi cambiamenti appaiono in sintonia con quello che ci aspettiamo dalle modifiche climatiche in atto».

**Che cosa possiamo fare in questa situazione che sta diventando di emergenza?**

«Sì, è una situazione delicata. Credo non esista un'unica soluzione al problema, non c'è una singola azione risolutiva. Ma dobbiamo pensare a un insieme di piccole azioni per diminuire l'inquinamento e l'immissione di gas serra in atmosfera, dal risparmio allo sviluppo delle fonti alternative di energia. E dobbiamo sviluppare metodi per conservare l'anidride carbonica prodotta per eventuali altri usi anziché disperderla in atmosfera. In sostanza: sono importanti i provvedimenti a livello dei governi, ma anche i comportamenti di ciascuno di noi per quanto riguarda la propria vita, le proprie abitudini. Ciascuno può installare pannelli solari a casa sua, non prendere l'auto per andare al lavoro, non sprecare acqua, corrente elettrica... È possibile, ed è molto importante».

### Il signore del tempo affascinato da Katrina

■ Kerry Emanuel, meteorologo, docente del Dipartimento «Terra, Atmosfera e Scienze planetarie» al Massachusetts Institute of Technology di Boston, ha dimostrato che l'arrivo degli uragani è prevedibile con molti giorni di anticipo. I suoi studi sulla formazione degli uragani lo han-

no reso, secondo «Time», una delle 100 persone più influenti al mondo per l'anno 2006. Ha studiato a fondo l'uragano Katrina e si occupa ora dei cambiamenti climatici e dell'interrelazione con gli eventi meteo catastrofici, approfondendo soprattutto gli aspetti predittivi.



#### Effetto serra

*L'atmosfera si sta riscaldando a causa dell'effetto serra causato dai gas prodotti dalle attività umane. Questa non è un'opinione*



#### Le abitudini

*Sono importanti i provvedimenti a livello dei governi, ma anche i comportamenti quotidiani e le abitudini di ciascuno di noi*

Paolo Aresi





# Il teologo

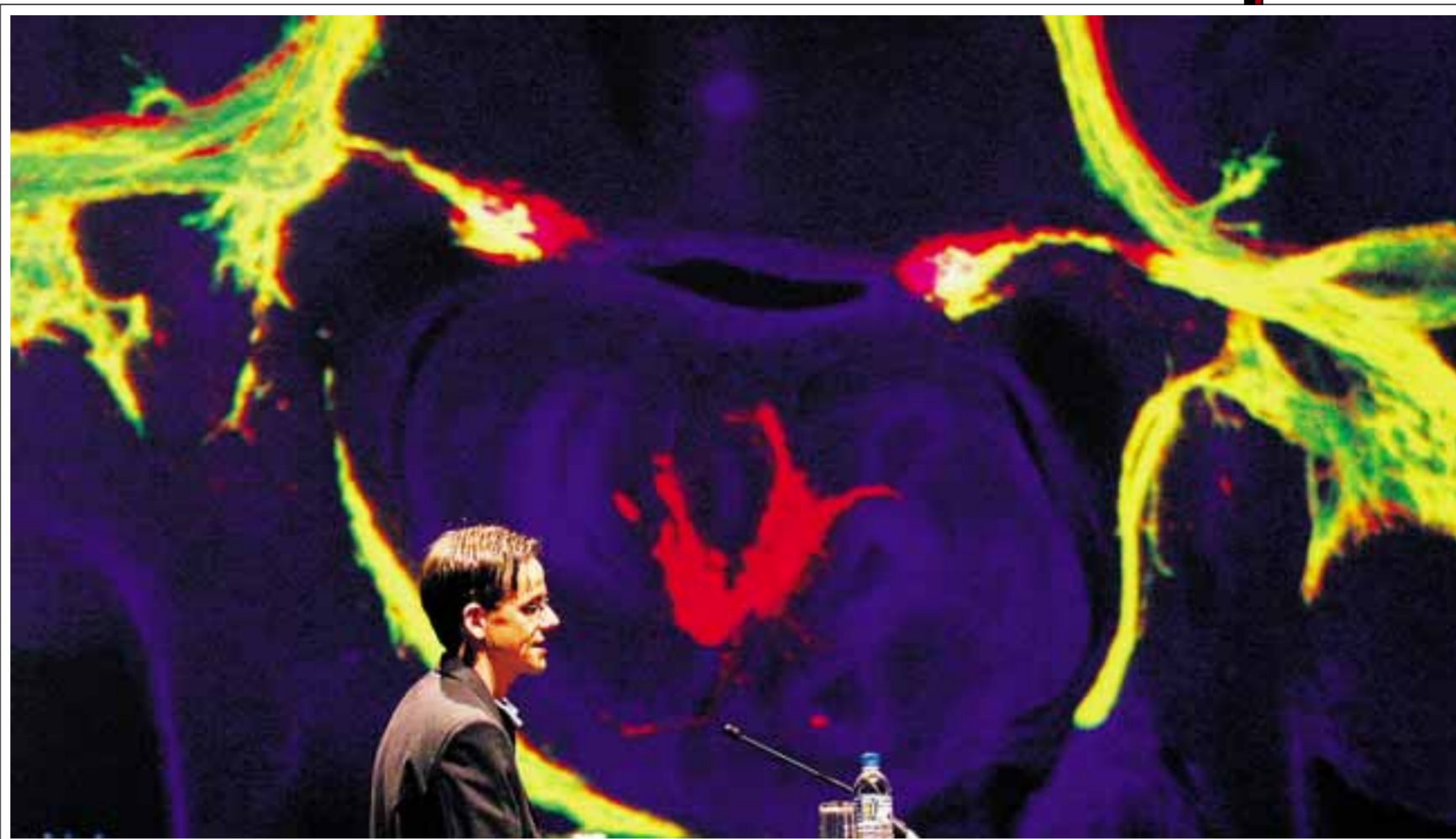


## In dialogo con Aristotele

■ Marcelo Sánchez Sorondo è nato a Buenos Aires l'8 settembre 1942. Ordinato sacerdote il 7 dicembre 1968 a Buenos Aires. Dal 1976 al 1998 è stato professore di Storia della Filosofia nella Pontificia Università Lateranense (Roma). Dal 1998 è professore ordinario di Storia della Filosofia alla Lumssa (Roma) e nello stesso anno è stato nominato presidente del corso di Laurea in Scienze della formazione nella medesima Università. Nel novembre 1998 è stato nominato dal Papa cancelliere delle Pontificie Accademie delle Scienze e della Pontificia Accademia delle Scienze Sociali. Nel marzo di 1999 è stato nominato prelati segretario della Pontificia Accademia di San Tommaso d'Aquino.

Il 19 marzo 2001 è stato consacrato da Giovanni Paolo II vescovo, con l'incarico di dirigere le Pontificie Accademie delle Scienze e delle Scienze sociali.

Fra le sue opere: *La positività dello spirito in Aristotele* (1978), *Aristotele e San Tommaso: un confronto nelle nozioni di assoluto e di materia prima* (1981), *L'evoluzione storica della libertà come stimolo per la filosofia cristiana* (1988).



# Sánchez Sorondo

## Fede e ragione le ali dello spirito

Il problema dei problemi è «perché l'essere e non il nulla?»  
La scienza non può rispondere: la questione va oltre l'esperienza

**N**ato a Buenos Aires nel 1942, monsignor Marcelo Sánchez Sorondo è docente di Antropologia filosofica e preside del corso di laurea in Scienze della formazione presso la Libera Università Maria SS. Assunta di Roma; nel 2001 è stato ordinato vescovo da Giovanni Paolo II con l'incarico di dirigere la Pontificia Accademia delle Scienze e delle Scienze Sociali.

Il 14 ottobre alle 11 nell'auditorium del Seminario, parteciperà a un incontro sul tema *Scienza e fede: la scienza nel nuovo millennio*, insieme a don Antonio Staglianò, preside dell'Istituto teologico calabro di Catanzaro; farà da coordinatore lo storico della scienza Roberto Maiocchi, dell'Università Cattolica di Milano. A monsignor Sánchez Sorondo abbiamo chiesto di anticiparci alcuni contenuti della relazione che terrà in quell'occasione.

«Il punto principale – spiega – è che il cristianesimo ha fiducia nelle capacità della ragione umana. Il cristiano sa di essere stato creato da un Primo Principio che gli ha conferito l'attitudine a indagare e a conoscere razionalmente la realtà del cosmo. Troviamo espressa questa consapevolezza già negli Atti degli Apostoli, con il resoconto del discorso che San Paolo tenne ad Atene, sull'Areopago, al cospetto dei sapienti greci del tempo. Egli esordì con un riferimento al "Dio ignoto", cui gli ateniesi avevano dedicato un altare. "Quello che voi adorarete senza conoscere, io ve l'annuncio", affermò Paolo, e proseguì parlando del Dio unico, personale e creatore, che avvolge con la sua potenza tutto l'universo e ha conferito agli uomini la capacità di conoscerlo: "Per essi ha stabilito l'ordine dei tempi e i confini del loro spazio, perché cercassero Dio, se mai arrivino a trovarlo andando come a tentoni, benché non sia lontano da ciascuno di noi. In lui infatti viviamo, ci muoviamo ed esistiamo, come anche alcuni dei vostri poeti hanno detto: poiché di lui stirpe noi siamo". L'esistenza di Dio e la sua relazione paterna con l'uomo erano già stati intuiti, dunque, dal pensiero classico: la rivelazione cristiana viene a chiarire pienamente il senso di questa prima comprensione razionale. Ricordiamo l'espressione usata da Giovanni Paolo II nella *Fides et ratio*: «La fede e la ragione sono come le due ali con le quali lo spirito umano s'innalza verso la contemplazione della verità».

Oggi molti scienziati sono impegnati in grandi tentativi di sintesi: il programma di ricerca più importante della fisica contemporanea riguarda, ad esempio, la riduzione delle varie costanti elementari a una sola «forza fondamentale» responsabile della nascita e dell'evoluzione dell'universo. L'eventuale scoperta di questa forza non cancellerebbe però dal nostro orizzonte la dimensione del «mistero?»

«Il vero mistero, ciò da cui sorge la questione fondamentale della filosofia, non riguarda le leggi fisiche o l'evento materiale da cui è nato il cosmo. La domanda filosofica radicale, come hanno sottolineato Leibniz e Heidegger, assume invece la forma: "Perché, infine, l'essere e non il nulla?". Questo è il problema dei problemi, al quale la scienza non può dare risposta, perché la questione trascende il

livello empirico-sperimentale. Non si tratta qui di fare ricorso a un "dio tappabuchi" per ovviare alle lacune della nostra attuale comprensione del mondo: la domanda sull'origine ultima della realtà non è un problema particolare ancora irrisolto, ma l'effetto dello stupore per il fatto che il mondo esista, mentre avrebbe potuto anche non esserci, non avendo in sé la propria "ragion sufficiente". Riflettendo sul fondamento nascosto dell'universo visibile, appunto, la filosofia greca lo aveva già chiamato *Theós*, "Dio".

**Ancora Fides et ratio: «Senza dubbio la filosofia moderna ha il grande merito di aver concentrato la sua attenzione sull'uomo».**

«Proprio l'antropologia può oggi costituire un luogo privilegiato per esplorare il significato complessivo della realtà. Agendo, ogni essere umano si ritiene responsabile delle sue azioni e conferisce loro un "senso": dunque, procedendo a ritroso, egli può risalire dai suoi comportamenti manifesti all'intenzione che essi esprimono e all'attività spirituale da cui scaturiscono. In altri termini, le azioni dell'uomo possono essere osservate e misurate "dall'esterno", oggettivamente, e in questo non si distinguono da altri fenomeni naturali; ma egli è anche un *self-interpreting being*, come afferma il filosofo Charles Taylor, un "ente che interpreta se stesso". Occorre dunque ammettere una pluralità di punti di vista sull'essere umano, una molteplicità di livelli di conoscenza della sua realtà. Non è che oggi necessariamente i filosofi e i teologi debbano essere anche biologi e neurologi, o viceversa: bisognerebbe piuttosto dar vita a programmi di ricerca interdisciplinari, in cui possano confluire contributi distinti ma non contrastanti».

**A proposito di neuroscienze: alcuni loro esponenti, come Jean-Pierre Changeux, sostengono che dovremmo ormai congedarci dalle vecchie nozioni di «anima» o «spirito», per adottare il modello materialistico dell'«uomo neuronale».**

«I neuroscienziati hanno il compito di indagare le strutture della corteccia cerebrale in quanto basi della nostra attività di pensiero. Il senso compiuto di questa attività è però presente al soggetto che percepisce, che immagina, che ricorda. Se il discorso della neurobiologia concerne i neuroni e le sinapsi, la nostra esperienza interiore ci parla di "intenzioni", "desideri", "speranze". Lo stesso corpo umano può essere visto come un "corpo oggettivato" (*Körper*, in tedesco) o come un "corpo proprio" (*Leib*) che ci appartiene e attraverso il quale ci orientiamo nel mondo. L'essenziale è che il discorso scientifico sul funzionamento del sistema nervoso centrale si mantenga aperto all'altro, quello che riguarda l'esperienza personale della corporeità. Del resto, fin dall'antichità il tema dell'epistème, della conoscenza scientifica della natura, si è accompagnato al precetto socratico "conosci te stesso". Questo secondo tipo di conoscenza permette all'uomo di cogliere il nocciolo della sua persona come una potenza attiva chiamata "anima", capace di trascendere il tempo presente e la materia».

Giulio Brotti



### Neurobiologia

Se il discorso della neurobiologia concerne i neuroni e le sinapsi, l'esperienza interiore ci parla di intenzioni, desideri, speranze



**L'origine del mondo**  
La domanda sull'origine ultima della realtà non è un problema ancora irrisolto, ma l'effetto dello stupore per il fatto che il mondo esista



**LUNEDÌ 1 OTTOBRE**

inaugurazione della mostra  
**NAN<sup>2</sup>ARTE: vedere l'invisibile**

Palazzo del Comune ore 17.30

Inaugurazione della mostra  
**Pozzanghera - videoinstallazione di Studio Azzurro**

Biblioteca Civica Caversazzi ore 18.30

**MERCOLEDÌ 3 OTTOBRE**

**Le variazioni Goldberg di Johann Sebastian Bach**  
Teatro Donizetti ore 21  
al pianoforte Ramin Bahrani

**VENERDÌ 5 OTTOBRE**

**Può l'uomo fare ricrescere organi che hanno smesso di crescere?**

Seminario Vescovile ore 18  
Ioannis Yannas - MIT Boston USA  
Luigi Nicolais - Fondazione COTEC, Roma

**SABATO 6 OTTOBRE**

**Il naso elettronico**

Seminario Vescovile ore 9  
Corrado Di Natale - Università di Roma, TorVergata  
Michela Vuga - giornalista scientifico

**La salute dei poveri: come affrontare il problema della tubercolosi**

Seminario Vescovile ore 11.30  
Mario Raviglione - Oms  
Anna Cataldi - giornalista  
Giuseppe Remuzzi - Istituto Mario Negri, Bergamo

**La scienza contro il doping**

Seminario Vescovile ore 15  
Christian Strasburger Charité - University, Berlin, Germania  
Francesco Botrè - Università La Sapienza Roma  
Fabio Lanfranco - Università degli Studi di Torino  
Paolo Beck-Peccoz - Università degli Studi di Milano

**Le proteste neurali: una nuova tecnologia per riparare il cervello**

Seminario Vescovile ore 17.30  
John P. Donoghue - Brown University Providence, USA  
Caterina Rizzi - Università degli Studi di Bergamo

**DOMENICA 7 OTTOBRE**

**Viaggio nello spazio: dove siamo e dove possiamo andare**

Museo Caffi ore 9  
Giovanni Picardi - Università La Sapienza, Roma; Paolo Aresi - giornalista

**Dal teletrasporto alla «quantum computation»: l'impatto sull'uomo**

Seminario Vescovile ore 11.30  
Samuel Braunstein - Università di York, UK  
Gennaro Auletta - Università Gregoriana, Roma

**Comunicazioni digitali: esperienze di una carriera accademica e industriale**

Seminario Vescovile ore 16  
Andrea Viterbi - Viterbi Group, USA  
Lucio Cassia - Facoltà di Ingegneria, Università di Bergamo

**MERCOLEDÌ 10 OTTOBRE**

**Il genoma umano: dove siamo e dove andiamo**

Palazzo dei Contratti e delle Manifestazioni ore 21  
Luca Cavalli-Sforza - University of Stanford, USA  
Giuseppe Mancino - Università La Sapienza, Roma  
Antonio Torroni - Università di Pavia  
Edoardo Boncinelli - Com. Scient. BergamoScienza

**VENERDÌ 12 OTTOBRE**

**Cosa può dirci il passato: una storia sui pesci**

Centro Congressi Giovanni XXIII ore 21  
Gloria Arratia - Humboldt University, Berlino, Germania  
Anna Paganoni - Museo Caffi, Bergamo

**SABATO 13 OTTOBRE**

**Riscaldamento del globo: stiamo aumentando la forza degli uragani?**

Seminario Vescovile ore 9  
Kerry Emanuel - MIT, Boston USA  
Luca Mercalli - Società Meteorologica Italiana

**Scienza e musica**

Seminario Vescovile ore 11.30  
Andrea Frova - Università La Sapienza, Roma  
Gabriele Rinaldi - Orto Botanico, Bergamo

**Le fonti energetiche del futuro**

Seminario Vescovile ore 15  
Bruno Coppi - Mit Boston, USA  
Renato Angelo Ricci - Com. Scient. BergamoScienza

**Nella mente degli animali**

Seminario Vescovile ore 17.30  
Laura Beani - Università di Firenze  
Giovanni Caprara - giornalista scientifico

**Se si può, si deve?**

Auditorium della Provincia ore 21  
di Roald Hoffmann Premio Nobel per la Chimica 1981 (USA),  
regia di Alberto Salvi compagnia teatrale: Araucaima Teater  
\* replica domenica 14 ottobre ore 21

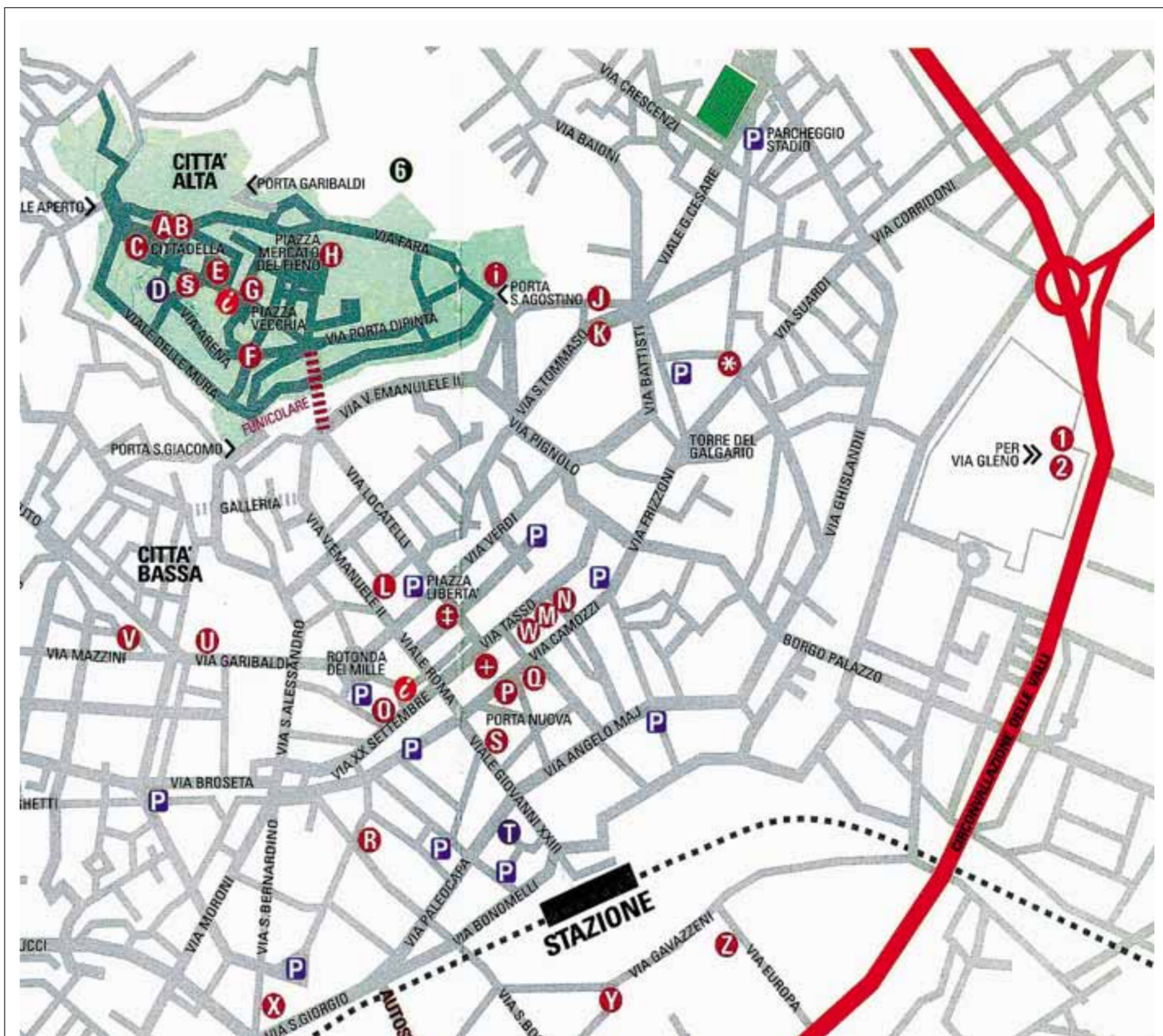
**DOMENICA 14 OTTOBRE**

**Scienza e fede: la scienza nel nuovo millennio**

Seminario Vescovile ore 11  
Marcelo Sanchez Sorondo - Cancelliere Pontificia Accademia delle Scienze  
Antonio Staglianò - Istituto Teologico Calabro e Consulente Progetto Culturale Cei  
Roberto Maiocchi - Università Cattolica Milano

**Città cablata**

Seminario Vescovile ore 15  
William J. Mitchell - Mit Boston, USA  
Alfonso Fuggetta - Cefriel, Politecnico Milano

**CITTA' ALTA**

- A** Museo civico di Scienze Naturali piazza Cittadella  
**B** Sala Curò - piazza Cittadella  
**C** Orto Botanico - piazza Cittadella  
**D** Seminario Vescovile - via Arena  
**E** Biblioteca Civica A. Mai piazza Vecchia  
**F** Liceo Classico Statale P. Sarpi piazza Rosate  
**G** ex Convento S. Francesco piazza Mercato del Fieno 6  
**H** Oratorio del Seminario vicolo del Seminario  
**I** Porta S. Agostino

**CITTA' BASSA**

- J** Accademia Carrara piazzetta Carrara 82  
**K** Gamec - Galleria d'arte moderna e contemporanea - via S. Tommaso 53  
**L** Palazzo dei Contratti e delle Manifestazioni - via Petrarca 10  
**M** Provincia di Bergamo - via Tasso 8  
**\*** Provincia di Bergamo Auditorium - Borgo S. Caterina  
**N** Liceo Artistico Statale - via Tasso, 18  
**O** Comune di Bergamo piazza Matteotti 27  
**P** Sala Manzù, pass. via Sora via Camozzi

- Q** Laboratori Italcementi via Camozzi 124  
**R** Oratorio dell'Immacolata via Greppi 6  
**S** Oratorio delle Grazie viale Papa Giovanni 13  
**T** Centro Congressi Giovanni XXIII viale Papa Giovanni 106  
**U** Presidio Matteo Rota Ospedali Riuniti di Bergamo via Garibaldi 11/13  
**V** Clinica Castelli via Mazzini 11 - Città Bassa  
**W** Biblioteca Caversazzi via Tasso 4

- X** Biblioteca Civica Tiraboschi via S. Bernardino 74  
**Y** Humanitas Gavazzeni via Gavazzeni 21  
**Z** Istituto I.T.I.S. G. Natta via Europa 15  
**+** Teatro Donizetti piazza Cavour  
**+** Tribunale di Bergamo piazza Dante  
**1** ATB via Monte Gleno 13  
**2** Palamonti via Pizzo della Presolana

# Il programma

**-La tensione essenziale della chimica: beneficio e danno**

Seminario Vescovile ore 17.30  
Roald Hoffmann Premio Nobel per la Chimica 1981, USA  
Piergiorgio Odifreddi - Com. Scient. BergamoScienza

**DALL'1 AL 21 OTTOBRE**

**Semplice e complesso**  
Palazzo della Provincia via Tasso 8 - Città Bassa  
Mostra interattiva su semplicità, disordine e caos.

**DALL'1 AL 21 OTTOBRE**

**La pozzanghera**  
Biblioteca Caversazzi via Tasso 4 - Città Bassa  
Videoinstallazione interattiva realizzata da Studio Azzurro.  
Micropaesaggio interattivo dedicato ai bambini.

**DALL'1 AL 21 OTTOBRE**

**Matematica in mostra: superfici minime e bolle di sapone**  
Palazzo della Provincia Sala Manzù, pass. via Sora - Città Bassa  
Perché le bolle di sapone sono rotonde?

**DALL'1 AL 21 OTTOBRE**

**L'energia nelle tue mani**  
Ex Convento San Francesco piazza Mercato del Fieno 6 - Città Alta  
Mostra interattiva sull'energia.

**DALL'1 AL 21 OTTOBRE**

**EUREKA: movimento, forza, luce**  
Liceo Artistico Statale via Tasso 18 - Città Bassa

«Ho trovato!»: è l'emozione della scoperta. La mostra è un itinerario attraverso l'aspetto sperimentale della fisica.

**DALL'1 AL 21 OTTOBRE**

**Filippo Lussana medico e fisiologo nelle carte della Biblioteca A. Mai**  
Biblioteca Civica Angelo Mai Atrio Scamozziano, piazza Vecchia - Città Alta  
Filippo Lussana (1820-1897) da medico condotto di Gandino giunse alle cattedre universitarie di Parma e di Padova. Seguì grande fama per le sue ricerche sul cervello, sulle funzioni dei centri nervosi, sul sangue e sull'alimentazione.

**DALL'1 AL 21 OTTOBRE**

**Memoria ed emozioni costruiscono la nostra storia: siamo ciò che ricordiamo**  
Ex Convento San Francesco piazza Mercato del Fieno 6 - Città Alta  
Mostra-Laboratorio. Esperienze, giochi interattivi e simulazioni alla scoperta di come si produce la/e memoria.

**DALL'1 AL 21 OTTOBRE**

**La botanica della musica: alberi, liuteria e suoni armonici dalle piante d'origine agli strumenti musicali**  
Sala Viscontea piazza Cittadella - Città Alta  
La storia della musica, dei mezzi e dei saperi per produrla si intreccia con quella del regno delle piante, perché le piante sono alla base di famiglie intere di strumenti musicali.

**DAL 3 AL 20 OTTOBRE**

**Un trio d'archi: musica, matematica e fisica**  
Liceo Classico Statale P. Sarpi piazza Rosate - Città Alta

Un percorso storico che mette a confronto tre paradigmi: il paradigma matematico-pitagorico: la musica come scienza del numero sonoro; il paradigma fisico-matematico: la musica come scienza del corpo sonoro; il paradigma psichico-fisiologico: la musica come scienza della sensazione sonora.

**DAL 2 AL 21 OTTOBRE**

**Impronte. Mostra multimediale sul cammino della conoscenza**

Museo Caffi, piazza Cittadella - Città Alta

Proporre, attraverso una serie di diorama, i segni tangibili e virtuali del passaggio dell'uomo attraverso gli elementi del pianeta vivente, fino alle impronte lasciate dagli equipaggi delle missioni Apollo sulla Luna e dai robot ancora intenti a esplorare la superficie di Marte.

**DALL'1 AL 21 OTTOBRE**

**Un occhio attento vede molte cose**

Ex Convento San Francesco, piazza Mercato del Fieno 6 - Città Alta

Mostra concorso fotografico per studenti dalle medie all'Università. Le leggi studiate a scuola, lette sui libri o applicate in laboratorio, riconosciute e messe in evidenza in fotografie con un breve scritto esplicativo.

**Il programma completo della manifestazione è scaricabile da:**  
[www.ecodibergamo.it](http://www.ecodibergamo.it)  
[www.bergamoscienza.it](http://www.bergamoscienza.it)