

GIOVEDÌ 22 GENNAIO 2015

## L'ANNO DELLA LUCE

TECNOLOGIE DI IERI, OGGI E DOMANI. DALLA CANDELA ALLE STELLE

### **GIOVANNI BIGNAMI** - Presidente INAF, Istituto Nazionale di Astrofisica

Presidente dell'Istituto nazionale di astrofisica e del Cospar, Comitato per la ricerca spaziale, è tra i più noti studiosi di astrofisica delle alte energie e ha partecipato alla progettazione e costruzione di molti satelliti scientifici. Si occupa di stelle, neutroni, buchi neri e lampi gamma. È molto attivo nella divulgazione con libri di successo e programmi televisivi.

### **ELIO GIAMELLO** - Dipartimento di Chimica, Università di Torino

È professore ordinario di chimica generale e inorganica all'Università di Torino e ha diretto la Scuola di dottorato in Scienze della natura e tecnologie innovative. Tra i suoi interessi la chimica delle superfici solide, lo sviluppo di tematiche di ricerca basate sulla risonanza paramagnetica elettronica (EPR) e i materiali fotoattivi per fotosintesi artificiale.

### **MASSIMO INGUSCIO** - Presidente INRiM, Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica

Presidente dell'Istituto nazionale di ricerca metrologica, professore di fisica presso l'Università di Firenze e cofondatore dell'European Laboratory for Non-Linear Spettroscopy (Lens), è autore di circa 300 pubblicazioni scientifiche sulle più prestigiose riviste internazionali. Tra i suoi temi di ricerca, ottica quantistica, condensati di Bose-Einstein, raffreddamento laser.

### **PER SAPERNE DI PIÙ**

Piero Bianucci, *Guardare, vedere. Dal microscopio alle stelle, viaggio attraverso la luce*, UTET, 2015

David H. Hubel, *Occhio, cervello e visione*, 1989, Zanichelli

Lamberto Maffei e Adriana Fiorentini, *Arte e cervello*, 2000, Zanichelli

Erik R. Kandel, *L'età dell'inconscio*, 2012, Raffaello Cortina

Richard Gregory, *Vedere attraverso le illusioni*, 2010, Raffaello Cortina

Oliver Sacks, *L'occhio della mente*, 2011, Adelphi

Daniel Chamovitz, *Quel che una pianta sa*, 2013, Raffaello Cortina

Ruggero Pierantoni, *L'occhio e l'idea*, 1981, Boringhieri

Roberto Casati, *La scoperta dell'ombra*, 2000, Mondadori

### **web**

Sito ufficiale dell'Anno Internazionale della Luce:

<http://www.light2015.org/Home.html>

INFN: <http://www.infn.it/index.php?lang=it>

INF-CNR: <http://www.light2015.org/Home/About/Country/Italy.html>

INRiM: <http://www.inrim.it/n/index.php>

INAF-SAI: <http://iyl2015.inaf.it/>

International Centre for Theoretical Physics (Trieste): <http://www.ictp.it/>

Il 2015 è l'Anno Internazionale della Luce. Lo ha stabilito l'Unesco, il braccio culturale delle Nazioni Unite, 192 paesi che cercano una strada comune verso la pace, lo sviluppo e il progresso scientifico.

La decisione dell'ONU prende spunto da una serie di anniversari. E' passato un millennio dai lavori di ottica dell'arabo Ibn al-Haytham, noto in occidente come Alhazen. Due secoli fa, nel 1815, Fresnel proponeva la sua teoria ondulatoria della luce. Cinquant'anni dopo – 1865 – Maxwell scriveva le equazioni delle onde elettromagnetiche. E' trascorso un secolo da quando Einstein incluse la luce nella relatività generale, mezzo secolo dalla scoperta della "luce" del Big Bang e dai lavori di Charles Kao che hanno fondato le telecomunicazioni su fibra ottica.

L'Italia è molto coinvolta. L'International Centre for Theoretical Physics di Trieste coordina il Segretariato generale dell'Anno della Luce con Joe Niemela, responsabile del gruppo di fisica applicata presso l'istituto triestino. A livello nazionale svolgono un ruolo guida la Società italiana di fisica, l'Ifn-Cnr con il Politecnico di Milano, l'Istituto nazionale di astrofisica con la Società astronomica italiana, e l'INRiM, Istituto di ricerca metrologica che ha sede a Torino (le unità di misura di lunghezza e di tempo, il metro e il secondo, sono agganciate rispettivamente alla velocità della luce e alla frequenza di una radiazione).

Nelle intenzioni dell'Unesco il 2015 segna un cambio d'epoca, il passaggio dall'era elettronica all'era fotonica. Cioè da tecnologie che utilizzano gli elettroni a tecnologie che utilizzano i fotoni, gli "atomi" di luce.

Crediamo di cavalcare l'onda della scienza più avanzata. Invece viviamo ancora immersi tra marchingegni dalle origini ottocentesche anche quando si chiamano iPhone 6. Gli elettroni sono particelle con carica elettrica negativa osservate da

Thomson nel 1896. Le loro applicazioni erano iniziate ancora prima della scoperta: la pila di Volta è del 1801, il telegrafo del 1837. La radio di Marconi è coetanea della scoperta di Thomson.

Il fotone è più giovane, ma di poco. Nasce da un'idea di Einstein datata 1905, quella che gli darà il Nobel. Eppure il mondo contemporaneo non ha ancora recuperato i nove anni di ritardo del fotone sull'elettrone, un secolo non è stato sufficiente. Mentre l'era elettronica è tuttora in espansione, l'era fotonica è appena agli inizi. Laser, fibre ottiche, pannelli fotovoltaici, sensori Ccd nelle camere fotografiche sono i primi passi nell'era fotonica. Gli sviluppi potranno essere grandiosi, oggi neppure immaginabili. Si profilano all'orizzonte transistor ottici alimentati con la luce. I chip che ne deriveranno funzioneranno con una logica neurale come i cervelli biologici scambiandosi fotoni e particelle quantistiche dette polaritoni. Il biblico "fiat lux" non è archeologia, è il futuro.

Nel documento di proclamazione l'Unesco è partita dal ruolo centrale che la luce ha nelle attività umane. Fin dalle applicazioni più semplici e quotidiane: illuminazione, intrattenimento (il cinema è un gioco di luci e di ombre), musica (un laser legge i Cd e i Dvd). Nell'illuminazione c'è ancora un ampio spazio per migliorare. Si può fare più luce con meno energia: le lampadine a incandescenza, che dal 1° settembre 2012 sono fuori legge nell'Unione Europea, sprecavano sotto forma di calore il 95 per cento dell'elettricità assorbita, i Led rendono dieci volte di più e stanno appena affacciandosi al mercato di massa.

Tutti usiamo dispositivi fotonici nel cellulare, nelle macchine fotografiche, nelle telecamere: sono i Ccd, Charge Coupled Device, dispositivi ad accoppiamento di carica, i sensori che hanno rimpiazzato la pellicola nel catturare i fotoni. Però la fruizione su computer e lettori di Dvd avviene con apparecchi elettronici benché i

fotoni offrano notevoli vantaggi sugli elettroni: la più alta velocità possibile in natura, una massa nulla, una enorme varietà di energie dalle onde radio ai raggi gamma. E' luce anche quella infrarossa che usiamo azionando il telecomando, quella ultravioletta che ci abbronzia, la radiazione X che usiamo per la Tac, i raggi gamma usati per sterilizzare gli alimenti.

Stupefacenti sono gli orizzonti che apre la conoscenza scientifica della luce. Il mondo appartiene alle piante: il 97 per cento della biomassa è vegetale e nutre il 3 per cento rappresentato dal regno animale, umanità inclusa. Le piante esistono perché tre miliardi di anni fa la natura ha inventato la fotosintesi: un fotone arrivato dal Sole sposta qualche elettrone nascosto nelle foglie e, da acqua che è nella pianta e anidride carbonica che è nell'aria, genera zuccheri, cioè immagazzina energia solare per renderla disponibile ad altri usi, differiti nel tempo. Jacob Moleschott, fisiologo olandese che nel 1860 Francesco De Sanctis chiamò in cattedra all'Università di Torino, benché duro positivista, sintetizzò il miracolo della fotosintesi in parole poetiche: "la vita è aria intessuta con la luce".

Luce e meccanica dei quanti sono tutt'uno; inestricabile intreccio di onda e particella, la luce è la "cosa" più quantistica con cui entriamo continuamente in contatto. Qui la ricerca corre: dai dati della nostra carta di credito criptati a prova di pirata al teletrasporto, si può sognare.

E' sotto forma di luce quasi tutta l'informazione che ci arriva dall'universo. Con la luce del Sole e una lente rudimentale l'olandese Antoni van Leeuwenhoek (1632-1723) scoprì un microcosmo: il pungiglione dell'ape, le zampe pelose dei pidocchi, l'occhio composto degli insetti, gli "animaletti" che chiamiamo protozoi e batteri. Con un lume a olio e un paio di lenti, Robert Hooke (1635-1703) intuì che siamo fatti di cellule. Prima di loro, nel 1609,

Galileo Galilei aveva costruito un cannocchiale e l'aveva usato per sondare il cielo: vide montagne e crateri sulla Luna, quattro satelliti intorno a Giove, macchie sul Sole, Venere in forma di falce, Saturno in forma di oliva, migliaia di stelle nella Via Lattea, una nebulosa nella costellazione di Orione.

L'evoluzione biologica ha inventato una quarantina di occhi diversi per i molluschi, i pesci, i rettili, gli uccelli, i mammiferi. Ma una sola è la molecola che tutti questi occhi, dai più semplici ai più complessi, usano per catturare la luce e trasformarla in segnali nervosi: la rodopsina. Quando la natura trova qualcosa di buono, lo conserva.

L'occhio dell'uomo non è speciale in sé. E' speciale il cervello che interpreta le immagini, il che non ci impedisce, talvolta, di cascare nel tranello di qualche illusione ottica.

Le stelle, con i loro fotoni, fanno il solletico alla retina – la parte del cervello che si è evoluta per estrarre informazioni dalla luce – e ci raccontano a che distanza si trovano, che temperatura hanno, di quali elementi chimici sono fatte, a che velocità si muovono, perché le troviamo riunite in galassie. Per raccogliere la loro luce l'Europa sta costruendo un telescopio il cui specchio avrà un diametro di 39 metri: sarà pronto intorno al 2020. Trentanove metri da confrontare con i 7 millimetri della nostra pupilla e i 6 metri del telescopio spaziale "James Webb", che sostituirà "Hubble" quando finalmente la Nasa riuscirà a lanciarlo.

E' luce, sia pure nelle microonde, quella che ha raccolto il satellite "Planck" per mostrarci com'era l'universo 13,7 miliardi di anni fa, poco dopo il big bang.

Si può calcolare che tutta la luce che ci arriva dall'universo (Sole escluso) è meno di una lampadina dell'albero di natale. Ma quante cose ci ha fatto capire! L'intero

sapere umano, dall'estremamente grande all'estremamente piccolo, è mediato dalla luce, soprattutto da quella specialissima luce che i nostri occhi possono vedere.

In sintesi, abbiamo almeno otto buoni motivi per festeggiare il 2015 Anno della Luce.

-La vita esiste grazie alla fotosintesi, il meccanismo delle piante che trasforma la luce in sostanze nutrienti.

-La luce ci ha svelato l'origine dell'universo e la composizione delle stelle.

-Non avremmo Internet senza raggi di luce incanalati in fibre ottiche. Una fibra ottica dell'ultima generazione, del diametro di una frazione di millimetro, può trasmettere a 1000 km di distanza, senza ritrasmissioni, 10.000 miliardi di bit al secondo, molto più dell'intero traffico telefonico mondiale.

-La luce solare ci regala le energie rinnovabili - fotovoltaica, eolica, idroelettrica.

-E' stupefacente la molteplicità di occhi inventati dalla natura per catturare la luce.

-Formidabili sono i telescopi e i microscopi inventati per potenziare la vista.

-La fotonica in futuro supererà le tecnologie elettroniche

-E' la luce a permetterti di leggere queste righe.

Ma attenzione: solo lo 0,5 per cento dell'universo emette luce.

La lezione del buio, cioè del restante 99,5 per cento, è ancora tutta da imparare.

di Piero Bianucci

*Guardare, vedere.*

*Dal microscopio alle stelle,  
viaggio attraverso la luce, UTET, 2015*



Bando e regolamento su

[www.giovediscienza.it](http://www.giovediscienza.it)