

linx

MAGAZINE

La macchina delle proteine

Il Nobel ADA YONATH racconta la sua passione per i ribosomi: struttura, origine, nuove ricerche

ESPERIENZE

Lezioni al geoparco

Dalle Dolomiti alle Madonie: dove imparare sul campo le scienze della Terra

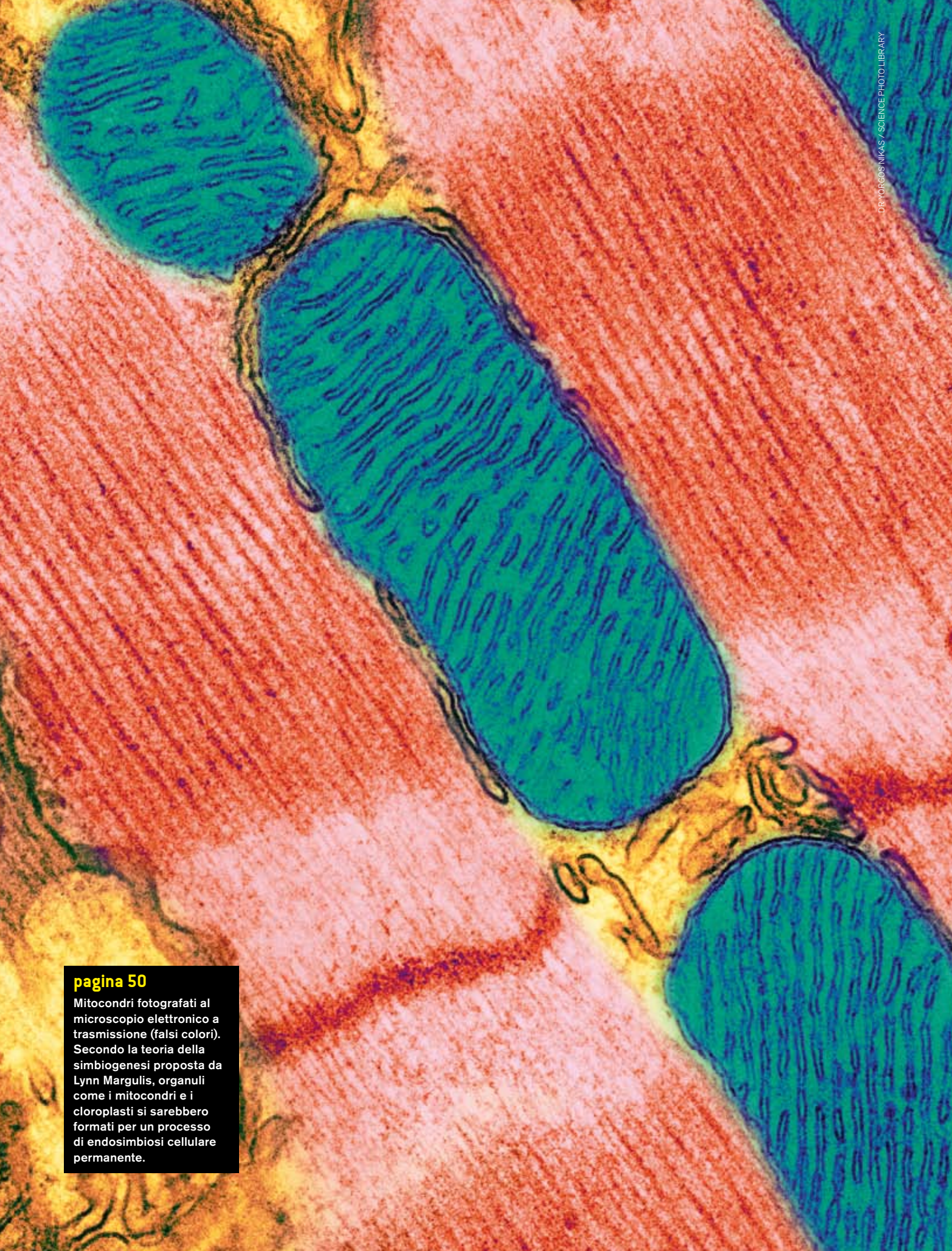


FRONTIERE
LA RISCOPERTA
DELLE SPONTANEE

PROGETTI
SUL PALCO PER
RECUPERARE
MATEMATICA

INTERNET POINT
A ME I DATI!

RIFLESSIONI
SELEZIONE
NATURALE, MA
SENZA ESTREMI



pagina 50

Mitocondri fotografati al microscopio elettronico a trasmissione (falsi colori). Secondo la teoria della simbiogenesi proposta da Lynn Margulis, organuli come i mitocondri e i cloroplasti si sarebbero formati per un processo di endosimbiosi cellulare permanente.



Un primo bilancio

Questo numero della rivista inaugura il terzo anno di attività di Linx. In questi due anni il progetto Linx ha portato nella scuola una serie di pubblicazioni cartacee e digitali e un'offerta di servizi per docenti e studenti che sembrano aver colto gli obiettivi che ci avevano mosso e aver ben interpretato alcune esigenze della scuola italiana.

Con Linx abbiamo voluto proporre un approccio sistemico alla didattica delle scienze assumendo come centrali i temi della cittadinanza scientifica e della costruzione di un'offerta cartacea e digitale non episodica ma solidamente strutturata. Questo approccio ha in qualche modo anticipato le indicazioni metodologiche della riforma scolastica.

Il rapporto tra scienza e società, i collegamenti con l'attualità e la vita quotidiana sono ampiamente introdotti in tutte le opere che abbiamo pubblicato. Con gli Active Book, i LIMbook, i laboratori virtuali e i Companion Website abbiamo proposto un rapporto strutturale tra libro di testo e didattica multimediale in cui, a partire dalla centralità del testo cartaceo, il corredo digitale fosse organico e funzionale alla didattica. Siamo soddisfatti dei risultati che abbiamo raggiunto in termini di curiosità, interesse e anche scelta dei nostri testi da parte dei docenti.

Su questa strada quindi continueremo a operare in futuro e già ora siamo in grado di anticipare alcune rilevanti iniziative. Pearson varerà in queste settimane un importante progetto di servizi dedicati ai docenti che hanno adottato o adotteranno i testi della casa editrice: verrà aperta una linea diretta di comunicazione tra insegnanti e casa editrice, attivando un dialogo costante.

Ai docenti sarà possibile entrare direttamente in contatto con chi ha realizzato i libri per avere informazioni e un confronto sui

contenuti dei manuali, sulle pratiche didattiche connesse al loro utilizzo, sui materiali che saranno utili ad aggiornare e arricchire le nostre opere nel tempo. Inoltre forniremo informazioni e supporto sulla riforma delle scuole superiori e i libri di testo, sulle opportunità didattiche offerte dai linguaggi digitali e da Internet, sull'utilizzo della LIM (lavagna interattiva multimediale).

Ogni opera del catalogo Linx sarà accompagnata dalla versione digitale dell'opera per l'utilizzo in classe attraverso il proiettore o la LIM e sarà accompagnata da materiali multimediali e interattivi per l'insegnamento e l'apprendimento. Ai laboratori virtuali di chimica e fisica si aggiungerà un laboratorio di biologia che rappresenta una vera nuova frontiera per la didattica di questa disciplina. Stiamo infine lavorando a un impegnativo progetto per la matematica che, basato su una piattaforma di e-learning molto potente e affidabile, consentirà un nuovo approccio alla didattica contribuendo a colmare quel deficit di conoscenze e competenze che le indagini OCSE/PISA attribuiscono al nostro paese.

Con lo stesso impegno abbiamo lavorato a questo numero della rivista che, per la prima volta, si arricchisce di contributi digitali disponibili nel nostro sito: i video delle interviste con il premio Nobel per la chimica Ada Yonath e con Renato Bruni sulle piante alimurgiche (corredato da una serie di schede botaniche scaricabili) e le interviste audio a Mauro Mandrioli, che racconta che cos'è l'evoluzione molecolare, e a Michela Mayer, consulente Invalsi, sulle informazioni "nascoste" dietro ai dati OCSE/PISA.

MASSIMO ESPOSTI

Direttore editoriale di Linx



SOMMARIO N.07 – OTTOBRE 2010



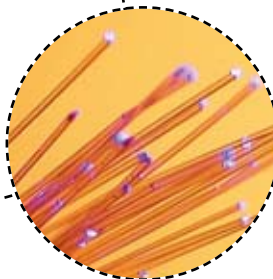
4
DA NON PERDERE



8
SPECIALE NOBEL
RICETTA PER IL NOBEL
di Valentina Murelli



6
NUMERI DI SCIENZA
DISASTRO AL LARGO
di Valentina Murelli



14
FRONTIERE
PINZE DI LUCE
di Francesca Bragheri



22
FRONTIERE
LA RISCOPERTA
DELLE SPONTANEE
di Renato Bruni



30
INTERNET POINT
A ME I DATI!
di Tiziana Moriconi



42
PROGETTI
UN SACCO DI SPAZIO
GIÙ IN FONDO
di Fiorenza Congedo



38
ESPERIENZE
A SCUOLA NEL PARCO
di Roberto Greco



**46
PROGETTI
SUL PALCO
PER RECUPERARE
MATEMATICA**

di Francesca E. Magni



**54
RIFLESSIONI
PER UNA DIDATTICA
CHE PARTA DALLE
COMPETENZE**

di Franco Pirrami

**50
RIFLESSIONI
SELEZIONE NATURALE:
NIENTE ESTREMI PER
FAVORE**

di Marco Ferraguti



**58
INTERVISTA DOPPIA
RICERCA
E NON SOLO**

**60
UNO SCIENZIATO
AL CINEMA
AVATAR**

di Mauro Mandrioli

**62
IN GIRO PER LA RETE**

**64
PRENDIAMOLA CON FILOSOFIA
L'OSSERVAZIONE SCIENTIFICA
È OGGETTIVA?**

di Fabio Cioffi



direzione
Massimo Esposti

redazione
Valentina Murelli, Barbara Rosenthal
redazione@linxmagazine.it
www.linxedizioni.it

hanno collaborato a questo numero
Francesca Bragheri, Renato
Bruni, Fiorenza Congedo, Fabio
Cioffi, Marco Ferraguti, Roberto
Greco, Francesca E. Magni, Mauro
Mandrioli, Tiziana Moriconi, Valentina
Murelli, Franco Pirrami, Barbara
Rosenthal

progetto grafico
Paola Lenarduzzi (studiopaola)
impaginazione, disegni
Vito Roma, Matteo Rubert
(studiopaola)

progetto grafico di copertina
Italik, Milano

immagine di copertina
Ramon Andrade / Science Photo
Library

distribuzione
Per ricevere Linx Magazine è
sufficiente compilare e spedire
il modulo in quarta di copertina,
oppure registrarsi, come docente, al
sito www.linxedizioni.it, scegliendo
fra i servizi l'abbonamento alla rivista.
Tutti i numeri sono disponibili online
in formato pdf sul sito
www.linxedizioni.it

Rivista aperiodica distribuita
gratuitamente nelle scuole,
pubblicata da
Pearson Italia S.p.A.

Si autorizza la riproduzione
dell'opera purché parziale
e a uso non commerciale.

L'editore è a disposizione degli
aventi diritto per eventuali non volute
omissioni in merito a riproduzioni
grafiche e fotografiche inserite in
questo numero.

LinX è un marchio di proprietà di
Pearson Italia S.p.A.

Corso Trapani 16
10139 Torino

RI636400067Y
Stampato per conto della Casa
Editrice presso Arti Grafiche DIAL,
Mondovì (Cn), Italia

Tutti i diritti riservati
© 2010 Pearson Italia S.p.A.
www.pearson.it



DA NON PERDERE

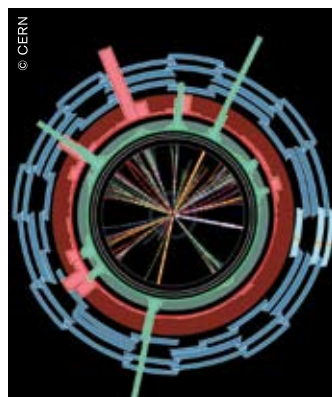
- per i ragazzi / per la classe
- per tutti
- per i docenti

JOB&Orienta

Verona, Fiera 25-27 novembre 2010

Torna alla fiera di Verona il consueto appuntamento con la grande mostra-convegno su orientamento, scuola, formazione e lavoro. Due le aree tematiche principali della manifestazione: istruzione da una parte e università, formazione e lavoro dall'altra. Il padiglione dell'istruzione propone diverse sezioni: Scuola, con presentazione di percorsi e progetti formativi di scuole secondarie di I e II grado; Multimedia, con una panoramica sulle più aggiornate tecnologie al servizio della didattica; Educational, dedicata a progetti educativi su cittadinanza, solidarietà e sostenibilità; Itinere, dedicata al turismo scolastico; ExpoLingue, con presentazione di corsi di lingue straniere e viaggi di studio.

<http://fair.veronafiere.it/joborienta>



Mercoledì di scienza

Piacenza, ottobre 2010 – marzo 2011

In arrivo due nuovi cicli di incontri per i Mercoledì della scienza di Piacenza, curati dalla docente Teresa Rulfi Sichel del liceo scientifico L. Respighi, in collaborazione con l'Università di Milano e altre università. La prima parte dell'iniziativa, a ottobre e novembre 2010, si concentrerà su *Matematica e vita quotidiana*. In programma incontri con docenti universitari che affronteranno alcuni temi fondamentali del pensiero matematico, come il ruolo della

matematica nel senso del reale oppure le basi biologiche della matematica. A seguire, nel marzo 2011, tre incontri sulle *Nuove frontiere delle scienze*, dedicati alle onde gravitazionali, alla meccanica quantistica e all'attività di LHC, l'acceleratore di particelle del CERN di Ginevra.

<http://sites.google.com/a/liceorespighi.it/mate-fisica/mercoledì>

Comunicatori della scienza a convegno

Trieste, Scuola internazionale di studi superiori avanzati, 24-26 novembre 2010

Molto ricco il programma del IX Convegno nazionale sulla comunicazione della scienza, organizzato a Trieste. Giornalisti, comunicatori, formatori, esperti delle varie forme di comunicazione della scienza si incontrano per discutere di musei, didattica informale, scienza a scuola e nei mezzi di comunicazione. In programma anche uno spettacolo teatrale sulla sostenibilità e una tavola rotonda sull'Anno internazionale della chimica. Il convegno si inserisce nell'ambito dell'evento MAPPE, un progetto del Laboratorio interdisciplinare della Sissa che ha l'obiettivo di contribuire con proposte e attività concrete al dibattito sulle teorie e sulle pratiche innovative in comunicazione della scienza.

<http://ics.sissa.it>



Aggiornarsi e perfezionarsi sulle nuove tecnologie per la didattica

Scadenza iscrizioni: 11 dicembre 2010

Tornano, da febbraio a settembre 2011, i corsi di perfezionamento e di aggiornamento sulle nuove tecnologie per la didattica organizzati dal

Communication Strategies Lab dell'Università di Firenze, in collaborazione con l'Italian University Lab (IUL). Il corso di perfezionamento post lauream *Insegnare e comunicare con la Lavagna Interattiva Multimediale (LIM), l'e-book e i contenuti digitali* si rivolge a insegnanti e ad addetti alla formazione. Per la partecipazione al corso di formazione e aggiornamento *Insegnare e comunicare con la Lavagna Interattiva Multimediale (LIM) e l'e-book* non è invece necessaria la laurea. I corsi si svolgeranno in modalità *blended*, con lezioni e seminari in aula (ma è possibile seguirli anche online) e un'importante attività a distanza.

www.csl.unifi.it/perfezionamento, www.csl.unifi.it/aggiornamento





● Futuro remoto

Napoli, Città della scienza,
11-18 novembre 2010

L'impatto che le attività dell'uomo hanno sull'ambiente: questo il tema della manifestazione multimediale organizzata dalla Fondazione Idis di Napoli. L'uomo preda da sempre le risorse naturali, compromettendo la

stabilità dell'ecosistema Terra. Oggi grazie a proposte innovative per l'uso di fonti energetiche alternative è possibile riflettere su nuovi modelli di sviluppo. Tra i numerosi eventi mostre, incontri, conferenze, laboratori scientifici dedicati a paleontologia ed energia, spettacoli, film e documentari, tra scienza e fantascienza. Per i ragazzi sarà anche organizzato un laboratorio di giornalismo per imparare a scrivere di scienza.

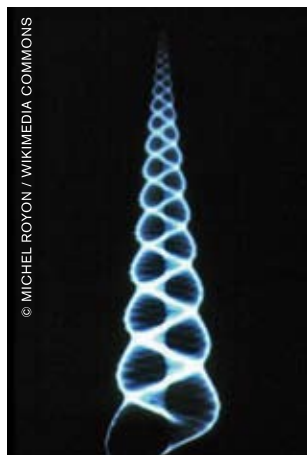
www.idis.cittadellascienza.it/?p=20927

● Strumenti per la didattica al museo

Trento, Museo tridentino di scienze naturali
15 ottobre - 2 novembre 2010

Nuovi corsi al Museo tridentino di scienze naturali per i docenti che vogliono approfondire temi legati alla botanica e alle nuove tecnologie applicabili alla didattica. Il corso intitolato *I boschi di neoformazione: ruolo ecologico e paesaggistico* intende fornire utili strumenti per l'analisi delle trasformazioni del paesaggio, mettendo in evidenza il collegamento tra natura e tecnologie e prevedendo anche escursioni sul territorio. Un corso specifico su Google Earth, invece, punta a promuovere l'utilizzo di questo software in classe. E ancora: il workshop *I-CLEEN. Quando insegnare è condividere* vuole approfondire alcuni aspetti didattici di argomenti quali clima e risorse energetiche.

www.mtsn.tn.it/perlascuola/aggiornamento.asp



© MICHEL ROYON / WIKIMEDIA COMMONS

● Il linguaggio della natura

Scadenza adesioni: 8 novembre 2010
Consegna elaborati: 15 febbraio 2011
Convegno finale: 13-14 aprile 2011

Realizzare un progetto di varia natura (tesina, esperienza di laboratorio, prototipo sperimentale ecc.) sul tema *Leggere il linguaggio della natura. La dimensione matematica dei fenomeni naturali*: è questo il compito assegnato dal concorso per docenti e studenti delle scuole superiori organizzato nell'ambito dell'iniziativa ScienzaFirenze dall'Associazione nazionale per la didattica e l'innovazione scolastica. I vincitori saranno proclamati nell'aprile 2011 in occasione di un convegno che rappresenterà anche un momento di

riflessione sulle discipline scientifiche come discipline fondamentali per la conoscenza e comprensione del mondo.

www.diessefirenze.org



● Informatica per lo sviluppo sociale

Milano, Museo nazionale della scienza e della tecnologia, 30-31 ottobre 2010

Doppio appuntamento al Museo della scienza e della tecnologia di Milano per ragionare sull'utilizzo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nel supporto e nella crescita sociale insieme all'associazione Informatici senza frontiere (ISF), organizzatrice degli eventi. Sabato 30 ottobre si svolgerà l'annuale assemblea dell'ISF, aperta al pubblico, con presentazione di iniziative e progetti dell'associazione. Il giorno successivo, invece, Riccardo Luna, direttore del mensile "Wired", ripercorrerà il cammino e i risultati dell'iniziativa Internet for Peace. Seguirà una tavola rotonda sul futuro della rete e della tecnologia informatica come strumenti di democrazia e supporto sociale.

www.informaticisenzafrotiere.org





Disastro al largo

Il 20 aprile scorso un'esplosione sulla piattaforma petrolifera Deepwater Horizon, gestita dalla British Petroleum e collocata nel Golfo del Messico per l'estrazione di petrolio a grandi profondità, danneggia gravemente uno dei pozzi d'estrazione. Nell'incidente perdono la vita 11 tecnici e 17 rimangono feriti. È il peggior sversamento di greggio in mare della storia. I danni ecologici si prospettano pesanti, e c'è la possibilità che gli agenti utilizzati per dissolvere la marea nera comportino rischi per la salute degli abitanti delle coste colpite.



VALENTINA MURELLI



MODIS RAPID RESPONSE TEAM, NASA GODDARD SPACE FLIGHT CENTER

4,9 milioni

Barili di petrolio riversati in mare dal 20 aprile alla fine di luglio. Equivalgono al 5% del petrolio estratto ogni giorno in tutto il mondo (circa 2 volte i consumi giornalieri italiani). Le percentuali dicono forse poco, ma si tratta in tutto di 780 milioni di litri di petrolio, pari al contenuto di 311 piscine olimpioniche. E per visualizzare meglio quante sono basta immaginare una fila di piscine lunga 15 km! La marea nera ha interessato dapprima le coste della Louisiana, a 80 km di distanza dalla Deepwater Horizon, per poi raggiungere quelle del Mississippi, dell'Alabama e della Florida.



CAROLYN COLE/LA TIMES

8332

Numero di specie animali presenti nell'area del Golfo del Messico interessata dalla marea nera: una ricca biodiversità. Tra questi, 1200 pesci, 200 uccelli, 1500 crostacei, 4 tartarughe e 29 mammiferi marini. Oggi è a rischio la sopravvivenza di oltre 400 specie. A fine agosto 2010 erano stati raccolti, sempre in quest'area, 4678 animali morti: 4080 uccelli, 525 tartarughe, 72 tra delfini e altri mammiferi e 1 rettile. Il disastro ambientale è dovuto in particolare alla tossicità di petrolio e agenti disperdenti e alla riduzione delle concentrazioni di ossigeno che si verifica in concomitanza del "lavoro" dei microrganismi utilizzati per degradare la marea nera.



CHAD E. PURSER/ISTOCKPHOTO

21,7%

Area del Golfo del Messico ancora chiusa alla pesca alla fine di agosto. Le acque del golfo sono tra le più produttive della Terra e forniscono circa il 20% di tutto il pescato degli Stati Uniti. Una stima realistica del danno economico causato dal disastro non è ancora possibile, ma basta preoccupare il dato che, tra la fine di maggio e la fine di agosto, la pesca è stata vietata in oltre il 20% delle acque (con punte del 36,4%). E il divieto continua.



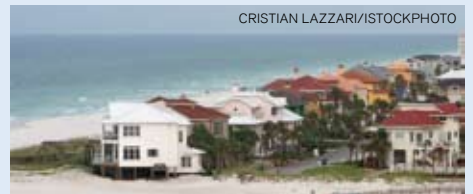
4 milioni

Litri di agenti disperdenti utilizzati per dissipare la marea nera in superficie. Altri 2,9 milioni di litri sono stati iniettati in profondità. Queste sostanze chimiche accelerano il naturale processo di dispersione del petrolio, che avviene di norma grazie all'azione delle correnti o degli agenti atmosferici. La più utilizzata dalla British Petroleum nel Golfo del Messico è stata il discusso Corexit, che è ritenuto piuttosto tossico e il cui uso è vietato in Gran Bretagna. Altre strategie di gestione del petrolio sversato sono state il suo contenimento in superficie attraverso barriere galleggianti e la rimozione fisica dall'acqua, per raccolta o combustione.



6,1 miliardi

Spesa, in dollari, affrontata fino alla fine di agosto dalla British Petroleum per la gestione dell'incidente e delle sue conseguenze. Comprende le operazioni di contenimento e di chiusura del pozzo, oltre a versamenti compensatori a favore degli Stati colpiti o di singole persone coinvolte a vario titolo nel disastro.



**7,6-22,7
miliardi**

Stima dell'impatto economico, in dollari, che il disastro potrebbe avere nei prossimi tre anni sul turismo nelle coste del Golfo del Messico, in scenari variabili da basso ad alto impatto. La stima è fornita da uno studio della US Travel Association.



106

Giorni necessari per chiudere definitivamente le falle del pozzo danneggiato. Ci si è riusciti il 4 agosto, con l'operazione Static kill: una superiniezione di fango pesante e cemento nel pozzo stesso. In precedenza erano stati fatti numerosi altri tentativi. A seguito dell'incidente, diverse compagnie petrolifere non coinvolte (ExxonMobil, Chevron, ConocoPhillips e Shell) hanno dato vita a un organismo no profit, la Marine Well Containment Company, con il compito di sviluppare nuove strategie di contenimento degli sversamenti di petrolio in mare. Iniziativa meritevole, ma non sarebbe stato meglio averle già sviluppate prima di una simile emergenza?

?

A distanza di mesi dall'incidente, diverse questioni rimangono ancora aperte. Per esempio, non è chiaro quanto del petrolio sversato sia effettivamente scomparso dall'area (per dispersione, rimozione o evaporazione naturale). Alcune stime dicono il 75%, altre solo il 20%. Tutto da definire, poi, l'impatto definitivo sull'ambiente acquatico e terrestre del Golfo del Messico: per questo probabilmente ci vorranno anni.



RICETTA PER IL NOBEL

Uno sguardo lucido e severo sopra a un sorriso dolcissimo. Sono quelli del premio Nobel Ada Yonath, che ci racconta la sua passione per i ribosomi, di cui ha contribuito a definire la struttura molecolare, le nuove sfide di ricerca, e il suo punto di vista sulla questione di genere nella scienza.



BARBARA ROSENTHAL



VALENTINA MURELLI

«**Y**ou can!» Ecco il messaggio principale che portiamo a casa dopo una lunga chiaccherata con la chimica israeliana Ada Yonath, premio Nobel nel 2009 insieme a Venkatraman Ramakrishnan e Thomas Steitz per gli studi sulla struttura e la funzione dei ribosomi: un riassunto efficace della sua intensa carriera scientifica. *Puoi farcela*: a cristallizzare ribosomi quando tutti ti dicono che è da pazzi solo pensarci, e ad avere successo come scienziata anche se la società non incoraggia particolarmente le donne in questa direzione. «Linx Magazine» ha incontrato Ada Yonath lo scorso luglio a Torino, in occasione di ESOF, EuroScience Open Forum, una kermesse biennale sulla ricerca e la comunicazione scientifica in Europa. L'abbiamo intervistata al termine

di una tavola rotonda sul tema donne e scienza: «Ho partecipato, ma in realtà non penso che esista una questione di genere nella scienza», si affretta a precisare. Torneremo sull'argomento, ma la nostra chiaccherata si concentra soprattutto sull'attività di ricerca della scienziata, sulle difficoltà, le scoperte, le prospettive.

Una scelta di interesse

Da più di 30 anni Yonath, che dirige il Centro di biologia strutturale del Weizmann Institute di Rehovot, si occupa di ribosomi, le macchine cellulari deputate alla traduzione in proteine dell'informazione genetica contenuta nel DNA. Le chiediamo perché proprio i ribosomi, e la sua risposta è quasi stupita: «Ma perché sono straordinariamente interessanti e svolgono uno dei processi più importanti

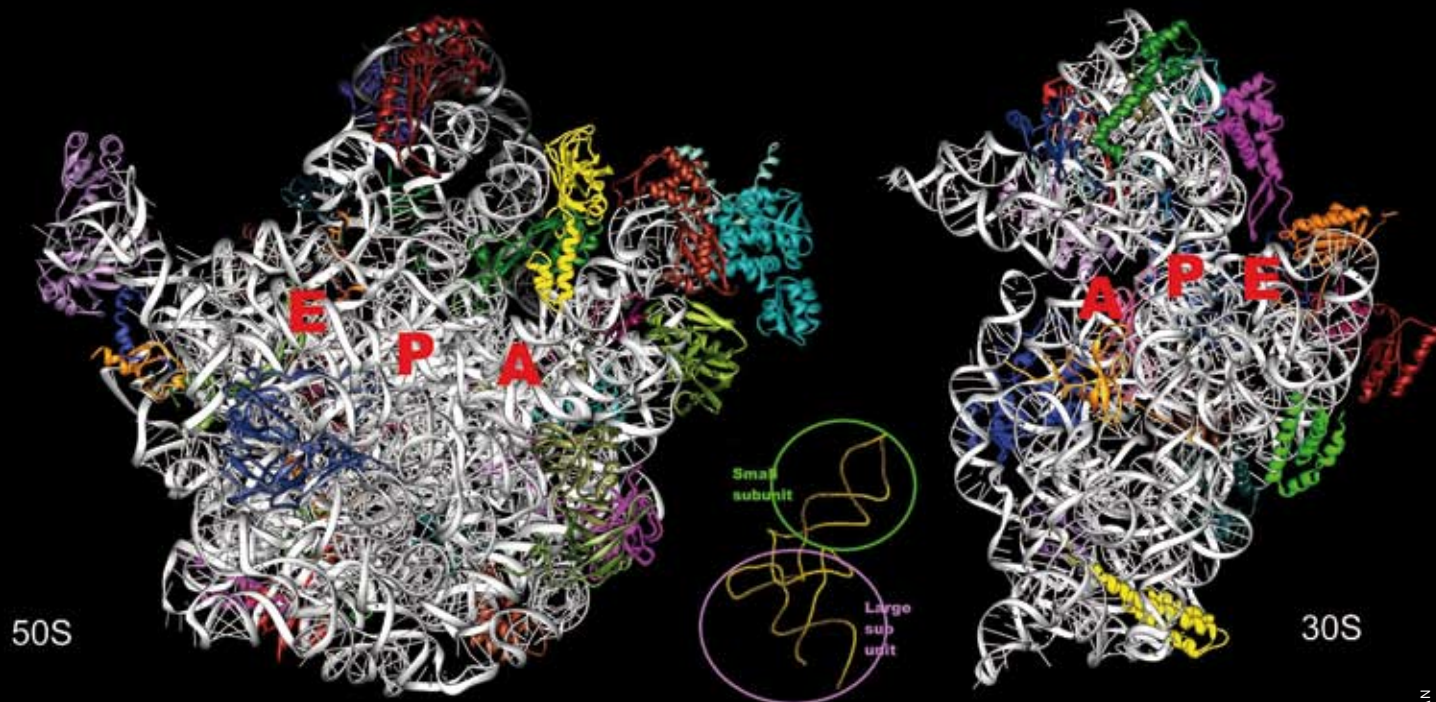
per la vita». E per un chimico sono una grande sfida: «I legami peptidici, che tengono insieme gli amminoacidi nelle proteine, li possiamo sintetizzare anche in laboratorio: ci vogliono da alcune ore a un'intera giornata per farne uno. Un ribosoma ne crea 20 al secondo». Interesse, curiosità, desiderio di scoprire sono state le molle fondamentali a spingerla a perseverare in un lavoro che, all'inizio, sembrava senza speranza.

Se vuoi la funzione, cerca la struttura

Per capire esattamente come funziona una molecola o un complesso di molecole come i ribosomi, che sono fatti di RNA e proteine, bisogna prima di tutto conoscerne la struttura. «Già negli anni sessanta del secolo scorso si sapeva che i ribosomi partecipavano alla sintesi



📌 **Struttura molecolare della subunità maggiore (a sinistra, 50S) e della subunità minore (a destra, 30S) di un ribosoma. Le lettere E, P e A indicano tre siti ai quali si legano le molecole di tRNA durante il processo di sintesi proteica.**



CORTESIA ANAT BASHAN

proteica, e George Palade li aveva anche osservati al microscopio, ma non si sapeva nulla di come funzionassero: per capirlo occorre i dettagli della struttura», racconta Yonath. Il metodo principe per definire la struttura di una molecola è la cristallografia ai raggi X che, come dice il termine, si può applicare solo se si riesce a ottenere la molecola in questione allo stato di cristallo. Dalla fine degli anni settanta, cristallizzare i ribosomi diventò quindi l'obiettivo di Yonath: quello per cui si prendeva la pazza dal resto della comunità scientifica.

Cristalli difficili

Funziona così (ne abbiamo parlato anche in "Linx Magazine" n. 04): una volta che si ha a disposizione il cristallo di una molecola, lo si bombardava con raggi X, i

quali vengono deviati (diffratti) dagli atomi del cristallo [1]. Dall'altra parte del cristallo rispetto alla sorgente dei raggi, questi vengono raccolti su un rivelatore: analizzando lo schema di diffrazione ottenuto, gli scienziati riescono a determinare esattamente la disposizione degli atomi nella molecola. Perché tutto questo accada i cristalli devono essere perfetti, ma è molto più facile dirlo che ottenerlo davvero. Soprattutto se in gioco non ci sono piccole molecole, ma veri e propri giganti, per lo più asimmetrici e parecchio instabili, come i ribosomi. Qualche dato aiuta a capire con che cosa abbiamo a che fare: tutti i ribosomi sono costituiti da due subunità asimmetriche, che si associano durante la fase iniziale della sintesi proteica. Nei procarioti (dove i ribosomi sono più piccoli), la subunità

minore contiene una catena di RNA lunga circa 1500 nucleotidi e 20-21 proteine differenti, mentre la subunità maggiore contiene due catene di RNA (3000 nucleotidi in tutto) e 31-35 proteine. Ecco perché si pensava che Yonath non ce l'avrebbe fatta. In suo aiuto, però, arrivarono un incidente e un orso bianco.

Batteri estremi per un problema estremo

Durante la convalescenza dopo un incidente in bicicletta, Yonath si imbatté in un articolo scientifico in cui si riportava che, durante il letargo invernale, i ribosomi degli orsi polari si impacchettano in modo ordinato, proteggendosi così dalla degradazione per essere pronti al ritorno della



primavera. Significava che, in qualche modo, i ribosomi potevano essere stabilizzati. Come organismo su cui lavorare, però, Yonath non scelse gli orsi, ma qualcosa di molto più semplice da gestire: batteri. «Non batteri qualunque», precisa la chimica, «ma microrganismi che vivono in condizioni difficili perché, secondo il mio ragionamento, dovevano avere ribosomi più stabili e resistenti. Per esempio, batteri che vivono ad altissime temperature o nelle eccezionali condizioni di salinità tipiche del Mar Morto o, ancora, resistenti alle radiazioni». Rispettivamente, batteri detti termofili, alofili e radioresistenti.

Verso il cristallo ottimale

Ada Yonath cominciò dunque a lavorare con *Geobacillus stearothermophilus*, che vive in sorgenti calde, anche a 75°C: già dopo qualche mese ottenne i primi cristalli di ribosomi. Piccoli e imperfetti, ma pur sempre cristalli. «Ci ho messo un anno a convincermi che erano davvero ribosomi, ma in realtà i primi cristalli li ho osservati al microscopio elettronico dopo neanche sei mesi», ricorda. Ci sono poi voluti altri 20 anni di approssimazioni successive per ottenere cristalli adatti all'analisi; nel frattempo, si erano uniti all'indagine anche i gruppi di ricerca di

Venkatraman Ramakrishnan (oggi a Cambridge, in Inghilterra, dopo una carriera a Yale e al Brookhaven National Laboratory di Long Island) e Thomas Steitz, di Yale. Infine, nel 2000, Yonath e Ramakrishnan riuscirono a descrivere la struttura atomica della subunità minore del batterio *Thermus thermophilus*, mentre Steitz pubblicava quella della subunità maggiore dell'archebatterio alofilo *Haloarcula marismortui*. Di fronte a un risultato così importante scaturito da un interesse tanto osteggiato e deriso viene spontaneo chiedere ad Ada Yonath fino a che punto un ricercatore debba perseguire il proprio obiettivo di ricerca, anche contro l'opinione di altri, prima di abbandonare il campo. «Fino a che è interessante», dice. «A patto, ovviamente, che abbia in mano almeno qualche piccolo risultato preliminare, magari comprensibile solo a lui, che sembra andare nella direzione desiderata».

Dettagli di funzionamento

«Grazie alle informazioni strutturali abbiamo capito meglio come funzionano i ribosomi, come procede la sintesi proteica passo dopo passo, come la proteina nascente viene protetta dal rischio di assumere strutture tridimensionali scorrette», afferma Yonath. Si è anche



VALENTINA MURELLI

è giornalista e redattrice scientifica free lance. Collabora con varie testate tra cui "Le Scienze", "Meridiani" e "OggiScienza".

capito come facciano queste macchine molecolari a essere così precise: il tasso di errore nella sintesi proteica è di un amminoacido ogni 100 000. Vale forse la pena ricordare quanto è fondamentale che la sequenza di amminoacidi di una proteina sia corretta, perché proprio dalla sequenza dipende la struttura della molecola, dalla quale a sua volta dipende la funzione. Una proteina con un amminoacido sbagliato può smettere di funzionare o farlo in modo scorretto.

Il ribosoma corregge sempre due volte

Il meccanismo alla base dell'estrema precisione dei ribosomi è stato chiarito soprattutto grazie al lavoro di Ramakrishnan. Prima di affrontarlo, però occorre un piccolo ripasso. Che cosa fa esattamente un ribosoma? Semplice: "legge" la sequenza di nucleotidi di una molecola di RNA messaggero (mRNA) e la trasforma nella sequenza corrispondente di amminoacidi, grazie al contributo di un altro tipo di RNA, detto di trasporto (tRNA), al quale sono agganciati gli amminoacidi stessi (uno per molecola). In pratica: il ribosoma associa a ogni tripletta di nucleotidi codificante per un amminoacido (codone), la tripletta complementare presente su una molecola di tRNA (anticodone), alla quale è agganciato l'amminoacido in questione. In più c'è una fase attiva, in cui il ribosoma lega l'uno all'altro gli amminoacidi nella sequenza indicata dall'mRNA. Ramakrishnan ha scoperto che la subunità minore dei ribosomi svolge una vera e propria attività di "righello molecolare": i nucleotidi presenti nella catena di RNA di questa subunità misurano la distanza che c'è tra il codone dell'mRNA e l'anticodone del tRNA. Se

📍 **Cristalli di sale sulle rive del Mar Morto: un ambiente estremo, dove Yonath ha trovato batteri fondamentali per i suoi studi.**



NIR DAFROM/SHUTTERSTOCK



Essere uno scienziato di successo, e in ogni caso uno scienziato felice, non è affatto una questione di genere. Contano piuttosto la curiosità, la voglia di capire, la dedizione al lavoro

questa distanza è sbagliata, il che si verifica quando l'appaiamento codone-anticodone non è corretto e c'è quindi il rischio di incorporare un aminoacido sbagliato, il ribosoma lascia cadere il tRNA. Il controllo viene eseguito due volte, riducendo sempre più il rischio di errore. E se alla subunità minore spetta il ruolo di attento supervisore, a quella maggiore ne tocca uno più operativo: la creazione dei legami peptidici tra gli aminoacidi.

Inseguendo il primo ribosoma...

Conoscere bene la struttura dei ribosomi serve anche per ricostruirne la storia evolutiva. «O, meglio ancora, per cercarne l'origine», precisa Yonath. Il suo gruppo di ricerca ha scoperto che tutti i ribosomi moderni, presenti oggi negli organismi più vari, dai batteri agli elefanti, contengono una stessa regione, a sua volta comprendente il vero centro operativo del ribosoma. «Si tratta di una struttura a forma di tunnel deputata alla formazione dei legami peptidici, una specie di tasca costituita solo da RNA capace di attività catalitica», spiega. «Poiché è così conservata in tutti gli organismi, deve trattarsi di una struttura molto antica, probabilmente il resto di quello che, all'origine della vita, è stato un protoribosoma». Yonath e i suoi stanno cercando di ricostruire in laboratorio questa struttura: una vera e propria macchina sintetica per fare legami peptidici che mimerebbe il primo ribosoma. «Ne ho parlato anche con Jack Szostak, che a Harvard sta lavorando alla costruzione di una cellula artificiale (ce l'ha raccontato lui stesso in "Linx Magazine" n. 05, NdR): gli ho chiesto di sbrigarsi, così quando sarà pronta noi potremo provare a inserire il nostro

ribosoma artificiale. Anche se, va detto, non siamo poi così vicini a ottenerlo» [2].

... e gli antibiotici di domani

C'è il più lontano passato, dunque, nel lavoro attuale di Ada Yonath, ma c'è anche il futuro, cioè la ricerca di nuovi antibiotici, molecole da utilizzare nella nostra costante lotta contro i batteri patogeni. Molti antibiotici agiscono bloccando l'attività dei ribosomi batterici, e conoscere in dettaglio la struttura di questi ultimi aiuta a sviluppare altre molecole utili. «La natura non ci fornisce antibiotici a sufficienza, e comunque non per tutti i tipi di malattie, quindi noi cerchiamo di colmare questa lacuna», afferma la chimica, che sta anche lavorando a molecole rispetto alle quali sia più difficile sviluppare il fenomeno di resistenza.

Il genere non conta

Non male, dunque, per una ricercatrice a cui tutti consigliavano di lasciar perdere l'idea di partenza. Le ricerche di oggi tracciano un bilancio della sua attività e necessariamente il discorso torna sulla questione di genere: «Essere uno scienziato di successo, e in ogni caso uno scienziato felice, non è affatto una questione di genere», ribadisce con convinzione. «Contano piuttosto la curiosità, la voglia di capire, la dedizione al lavoro, che non dipendono dal fatto di essere maschi o femmine. Forse se fossi stata un uomo non mi avrebbero definito "pazza", ma non è che questo abbia fatto una gran differenza rispetto ai risultati che ho ottenuto». Una posizione molto franca, e non sempre gradita a parte della comunità scientifica femminile, che tende a insistere sull'importanza del contesto sociale perché le donne possano avere pieno accesso alle carriere scientifiche, e

RISORSE

1. G. Rastelli, *Disegnare i farmaci al computer*, in "Linx Magazine", 2009, n. 04, pp. 14-21.
2. V. Murelli, *Verso la prima cellula artificiale*, in "Linx Magazine", 2010, n.05, pp. 22-25.



IN RETE!

Tripletta vincente Pagina web del portale sui premi Nobel dedicata a Venkatraman Ramakrishnan, Thomas Steitz e Ada Yonath: interviste, comunicati e schede di approfondimento sui ribosomi di varia difficoltà.

http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2009

Un premio per le donne Video della cerimonia di consegna del premio For Women In Science, organizzato da L'Oréal-Unesco e vinto da Ada Yonath nel 2008. www.youtube.com/watch?v=TWvT36yrEx8&feature=related

riceverne piena soddisfazione. In realtà, Yonath non nega che un peso "sociale" esista: «La società non incoraggia le ragazze a dedicarsi alla scienza, ma piuttosto a scegliere lavori meno impegnativi, a dedicarsi alla famiglia: è una spinta negativa, demotivante. Se non ci fosse sarebbe più facile». Viene comunque da obiettare che gestire insieme una maternità e un progetto di ricerca non è proprio semplice. «Ma non è neanche la fine del mondo: non stiamo parlando di una grave malattia, non sta morendo nessuno», ribatte Yonath, che in proposito ha una sua ricetta: affrontare i problemi uno alla volta, mano a mano che si presentano, trovando soluzioni su misura. «Un esempio: si dice che le donne non vengono sostenute perché non ci sono abbastanza asili. A un certo punto della mia carriera sono andata negli Stati Uniti: mia figlia aveva 14 mesi e non c'erano asili nei dintorni. Però ho trovato altre colleghe con bambini piccoli e lo stesso "problema", e ci siamo organizzate: la moglie di un ricercatore si è offerta di tenerli tutti a casa sua. Per me era molto più comodo che portare mia figlia in un asilo, a orari fissi». Insomma: se lo vuoi davvero, *you can*. ☺

MULTIMEDIA
www.linxedizioni.it



Un passo in avanti

TUTTI I BERSAGLI DEGLI ANTIBIOTICI

«La penicillina può essere considerata la prima, e la più importante, delle dodici tappe fondamentali della rivoluzione terapeutica moderna». Così scrive il medico e giornalista britannico James Le Fanu nel primo capitolo del suo libro *Ascesa e declino della medicina moderna* (Vita e pensiero, Milano 2005). E prosegue: «La penicillina, e gli altri antibiotici rapidamente entrati nell'uso al suo seguito, hanno sconfitto non solo le infezioni acute quasi sempre letali come la setticemia, la meningite e la polmonite, ma anche patologie croniche e invalidanti come le infezioni delle articolazioni e delle ossa».

Praticamente a tutti capita, prima o poi, di assumere un antibiotico. Ma di che cosa si tratta esattamente? In origine, sono stati definiti antibiotici sostanze organiche naturali, in genere prodotte da microrganismi, capaci di interferire con il metabolismo di altri microrganismi, uccidendoli oppure inibendone la proliferazione. A queste sostanze oggi si aggiungono anche antibiotici prodotti in laboratorio, per sintesi chimica.

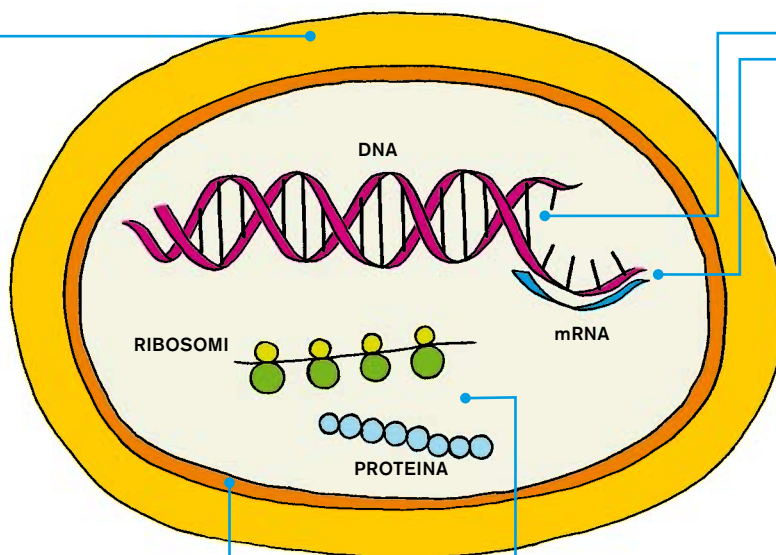
Piccola guida ai meccanismi d'azione

La scoperta – accidentale – della penicillina, risale al 1928; nei vent'anni successivi furono individuate molte altre sostanze ad attività antimicrobica (streptomina, cloramfenicolo, tetraciclina, eritromicina, solo per citare

qualche nome tra i più conosciuti). È solo a partire dalla seconda metà degli anni cinquanta del secolo scorso, però, che si è cominciato a far luce sulle basi molecolari del meccanismo d'azione dei vari antibiotici, grazie ai progressivi avanzamenti in discipline come biochimica, microbiologia, genetica e biologia molecolare e, in seguito, biologia strutturale. Conoscere esattamente il meccanismo d'azione degli antibiotici a livello molecolare aiuta a mettere a punto molecole sempre più efficienti, cioè più selettive nei confronti del loro bersaglio e meno soggette a indurre il fenomeno di resistenza nei microrganismi che colpiscono. Lo schema di seguito riassume i principali bersagli e meccanismi d'azione degli antibiotici.

PARETE CELLULARE

è il bersaglio ideale degli antibiotici perché si trova solo nei procarioti, mentre è assente nelle cellule animali. Si tratta di una struttura esterna alla membrana plasmatica, con funzioni di protezione e di mantenimento della forma della cellula batterica. Numerosi antibiotici interferiscono con la sintesi delle molecole che la compongono o distruggono la sua integrità strutturale.



SINTESI DEL DNA TRASCRIZIONE

la sintesi del DNA e quella dell'RNA sono essenziali per la moltiplicazione cellulare, per cui le sostanze che inibiscono questi processi sono in genere molto potenti. Allo stesso tempo, però, sono poco selettive, per cui solo poche hanno trovato applicazione pratica in medicina.

MEMBRANA PLASMATICA

si conoscono diversi antibiotici che interferiscono con la sintesi e il funzionamento della membrana plasmatica; in molti casi, però, sono poco selettivi (cioè non colpiscono solo i batteri bersaglio, ma anche altri microrganismi e cellule eucarioti). Per questo, in medicina vengono spesso utilizzati per via topica.

SINTESI PROTEICA

molti degli antibiotici oggi usati in medicina sono diretti contro la sintesi proteica, in virtù delle differenze strutturali che esistono tra i ribosomi dei procarioti e quelli degli eucarioti. Gli antibiotici possono interferire in diversi modi con l'attività dei ribosomi, come ben illustrato nel video *Antibiotic targeting ribosomes* prodotto dal gruppo di ricerca di Ada Yonath: www.weizmann.ac.il/YonathNobel/media.html.



Ora tocca a te

DOMANDE E ATTIVITÀ

1. Riassumi con uno schema grafico i passaggi fondamentali dei seguenti processi: duplicazione del DNA; trascrizione dell'RNA messaggero, sintesi proteica.
2. I ribosomi sono la “macchina” cellulare utilizzata per la sintesi delle proteine. Elenca tre proteine che conosci, descrivendo brevemente la funzione di ciascuna.
3. Che cosa si intende per “resistenza agli antibiotici”? Prepara una breve presentazione sull'argomento, dopo esserti documentato in biblioteca o su Internet. Ecco alcuni siti consigliati: www.who.int/mediacentre/factsheets/fs194/en; www.cdc.gov/drugresistance/index.html; www.epicentro.iss.it/focus/resistenza_antibiotici/resistenza.asp.
4. I batteri estremofili non sono stati importanti soltanto per i lavori di Ada Yonath: le speciali caratteristiche del batterio termofilo *Thermus aquaticus*, isolato per la prima volta nelle pozze di acqua calda del parco nazionale di Yellowstone, negli Stati Uniti, sono state alla base di una delle più grandi rivoluzioni tecnologiche della biologia molecolare: la reazione a catena della polimerasi (PCR). L'utilizzo di una DNA polimerasi resistente alle alte temperature estratta da questo organismo ha infatti permesso di ottimizzare questo fondamentale processo di amplificazione del DNA. Dopo aver ripassato il ruolo “naturale” della DNA polimerasi, descrivi brevemente a che cosa serve la PCR e, con l'aiuto di uno schema grafico, illustra i principali passaggi della procedura.

SCIENZA E SOCIETÀ

Lo strumento di lavoro fondamentale di Ada Yonath è stata la cristallografia ai raggi X. Originariamente, la tecnica prevedeva che i raggi X diffratti dal cristallo analizzato venissero “raccolti” su una pellicola fotografica; oggi, invece, gli stessi raggi sono raccolti da speciali rilevatori detti CCD (charge-coupled device), per lo sviluppo dei quali i fisici Willard Boyle e George Smith hanno ricevuto il premio Nobel per la fisica nel 2009. Questi rilevatori si trovano oggi in numerosi oggetti, anche di uso comune: dalle fotocamere digitali agli scanner, da particolari dispositivi medici come gli endoscopi alle attrezzature di satelliti per l'indagine

astronomica. Sul telescopio Hubble, per esempio, si trovano diverse camere CCD, montate per scopi differenti. Dopo una ricerca in biblioteca o su Internet e con l'aiuto dell'insegnante di fisica prepara una presentazione sul meccanismo di funzionamento dei rilevatori CCD e su una delle applicazioni attuali, a tua scelta. Un buon punto di partenza per la raccolta di informazioni è il documento di *Scientific Background* relativo ai premi Nobel per la fisica 2009 (http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2009/sci.html).

SCRIVERE DI SCIENZA

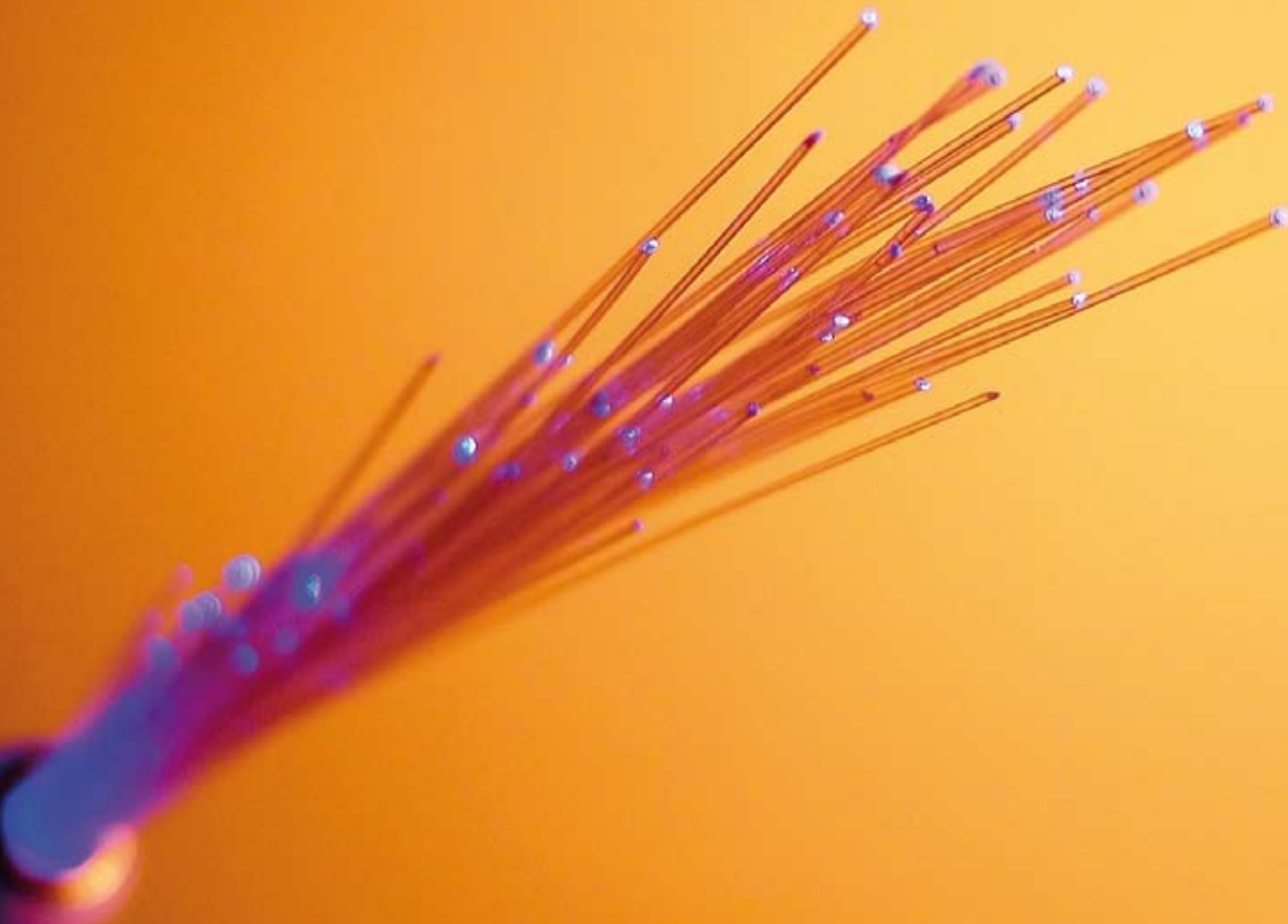
Nel libro *Ascesa e declino della medicina moderna*, citato nella pagina a fianco, l'autore James Le Fanu elenca dodici “tappe” che, a suo giudizio, sono state fondamentali per lo sviluppo della medicina moderna. Tra queste, oltre alla scoperta della penicillina, si trovano: la scoperta del rapporto tra fumo e cancro al polmone, il trapianto di rene, il primo bambino “in provetta” (ottenuto con tecniche di fecondazione *in vitro*). Scegli una di queste tappe e descrivila in un breve saggio, soffermandoti sugli aspetti storici e sull'impatto che ha avuto sulla società.

⬇️ **Geyser e sorgenti d'acqua calda nel parco nazionale di Yellowstone, negli Stati Uniti: in una di queste pozze è stato isolato il batterio termofilo *Thermus aquaticus*, che ha reso possibile l'ottimizzazione della tecnica della reazione a catena della polimerasi (PCR).**



GARY 718 / SHUTTERSTOCK

PINZE DI LUCE



Nel cinquantesimo anniversario dell'invenzione del laser, una ricercatrice ci racconta come utilizza questi fasci luminosi per intrappolare e manipolare singole cellule senza toccarle. E non è fantascienza!

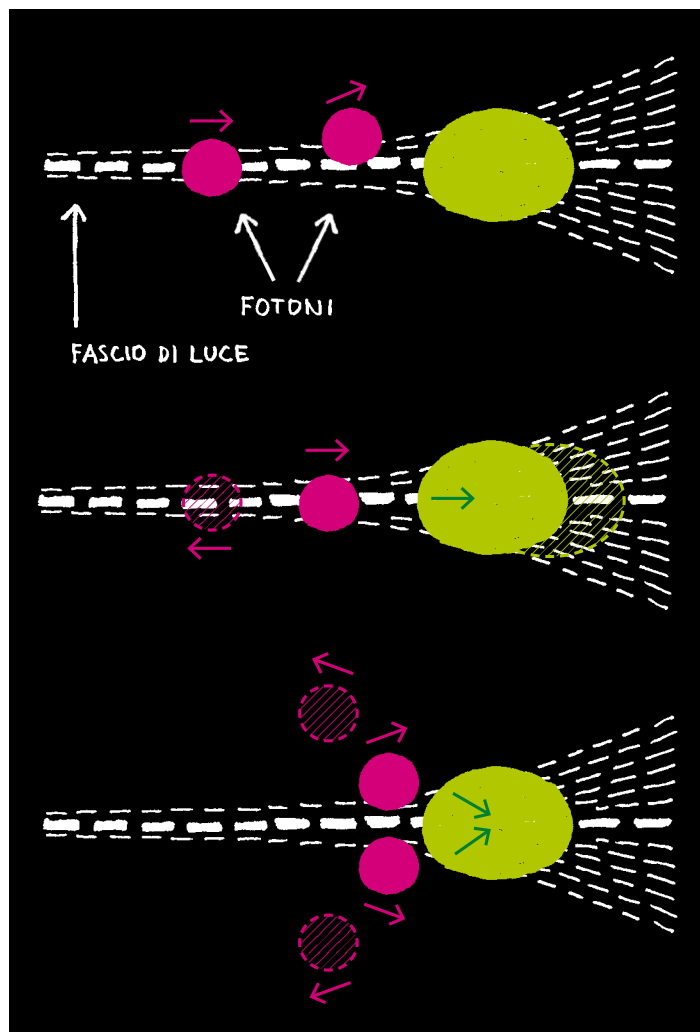


FRANCESCA BRAGHERI

Fino a pochi anni fa, intrappolare e manipolare oggetti senza toccarli sembrava fantascienza: una cosa alla *Star Trek*, come appunto il raggio traente della celebre serie tv. Oggi, invece, se i campioni che si vogliono spostare sono piccoli, come singole cellule, tutto questo è possibile utilizzando un fascio di luce laser. I dispositivi che permettono di intrappolare singole cellule senza entrare in contatto con esse, ma "semplicemente" per mezzo della luce laser, si chiamano pinze ottiche. Nel mio lavoro ne utilizzo un tipo particolare, l'estensore o stretcher ottico, che si basa su due fasci laser contropropaganti (cioè che si propagano in direzioni opposte



👉 **Raffigurazione schematica dell'effetto dei fotoni di un raggio laser su un piccolo oggetto sferico. I fotoni spingono l'oggetto per mezzo delle forze ottiche (spiegazione dettagliata nel testo).**



ISTOCKPHOTO

LUCE AMPLIFICATA PER TUTTI I GIORNI

Ogni volta che, alla cassa di un supermercato, viene scansionato il codice a barre di un prodotto per leggerne il prezzo si utilizza un laser. E lo stesso accade ogni volta che si ascolta un CD musicale, che si manda un'email o che si usa un'auto, costruita proprio grazie a laser. E sempre più spesso, quando si entra nello studio di un dentista o in sala operatoria ci si trova di fronte a un laser. Insomma: le applicazioni di questo dispositivo sono sempre più numerose e diffuse.

La prima risale al 1974, ed è proprio il sistema di lettura dei codici a barre. Il dispositivo si basa sull'utilizzo di un fascio laser che viene direzionato sulla superficie del codice per scansionarla, grazie a uno specchio rotante. L'area illuminata dal fascio assorbe o diffonde la luce secondo la successione di barre nere e spazi bianchi; la radiazione diffusa viene riflessa nuovamente dallo specchio verso un rivelatore che genera un segnale elettrico. Una volta elaborato, questo segnale restituisce la sequenza di informazioni codificata nella sequenza di barre sotto forma di un prezzo. I laser hanno già avuto un impatto molto profondo sulla nostra vita quotidiana, ma secondo gli esperti siamo appena all'inizio dello sfruttamento dell'enorme potenziale di questa tecnologia. Oltre che in medicina, in ambito diagnostico, il laser sarà sempre più in prima linea per l'esplorazione dei buchi neri, la messa a punto di nuove soluzioni per aumentare la velocità della navigazione web, la possibilità di studiare processi ultraveloci come le reazioni chimiche. In quest'ultimo caso si punta su laser che emettono impulsi di luce estremamente corti, già oggi dell'ordine degli attosecondi, milionesimi di un milionesimo di milionesimo di secondo! Un altro innovativo campo di ricerca riguarda la possibilità di ottenere sorgenti di energia pulita. Laser che emettono potenze dell'ordine dei petawatt (dieci milioni di milioni di volte più potenti di una lampadina) potrebbero essere utilizzati per scaldare materiali a temperature assai più elevate di quella del Sole, facendoli fondere per rilasciare così elevate quantità di energia. La fusione nucleare è una delle vie che la scienza sta esplorando per ottenere energia "pulita" e abbondante, senza rilascio di scorie, e i laser sembrano particolarmente promettenti, come suggeriscono vari progetti di ricerca in tutto il mondo.

l'uno rispetto all'altro). Come dice il nome, uno stretcher ottico non si limita a "bloccare" una cellula in una certa posizione, ma consente anche di allungarla per valutarne le proprietà meccaniche. Tra queste, per esempio, l'elasticità della membrana, una proprietà che potrebbe rivelarsi molto utile in ambito medico e in particolare diagnostico.

Le forze ottiche

Ma come si fa esattamente a tener ferma e a manipolare una cellula soltanto con la luce? Il funzionamento si basa su un principio molto semplice: il fatto che quando una radiazione luminosa incontra un oggetto, cioè lo illumina, esercita su di esso anche una certa pressione,

spingendolo. In gioco ci sono le cosiddette forze ottiche, ma per capire meglio di che cosa si tratta occorre fare un passo indietro.

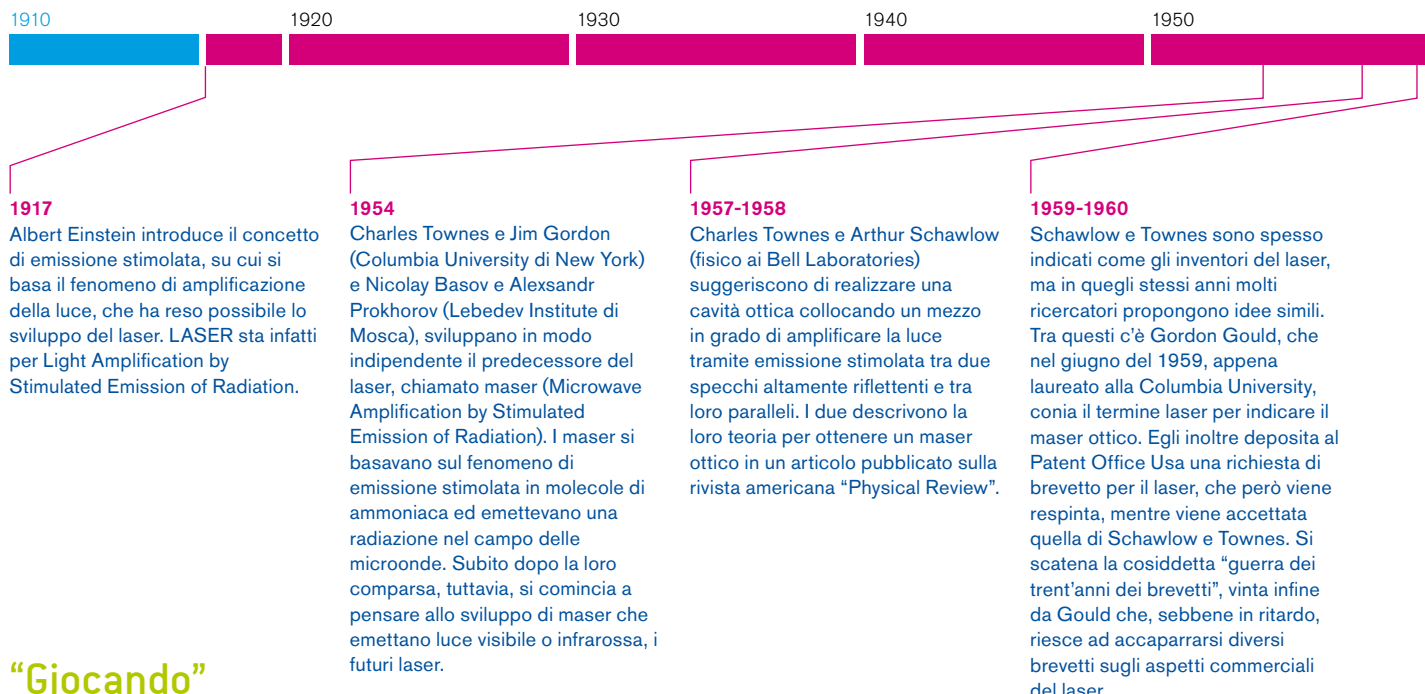
La luce laser è una radiazione elettromagnetica composta da particelle elementari – nel caso specifico si tratta di fotoni – che si muovono per la maggior parte lungo una traiettoria rettilinea principale; tuttavia, a causa della divergenza, seppur bassa, del fascio luminoso, alcuni fotoni si propagano deviando di un certo angolo rispetto alla direzione principale del fascio. Ora: supponiamo che la direzione principale di propagazione sia orizzontale, e che lungo questa traiettoria si trovi un piccolo oggetto sferico (per esempio una cellula),

Quando i fotoni che viaggiano sulla traiettoria principale lo urtano, l'effetto è duplice: in parte lo attraversano e in parte vi rimbalzano contro, dandogli una piccola spinta in avanti. Più o meno la stessa cosa accade per i fotoni che si stanno propagando in direzione angolata: in parte attraversano l'oggetto, e in parte vi rimbalzano contro, dandogli una spinta che però non è soltanto in avanti, ma anche verso il centro del fascio. L'effetto globale di un fascio laser che incide su un piccolo oggetto sferico è quindi quello di spingerlo lungo la direzione di propagazione della luce, tirandolo allo stesso tempo verso la zona centrale, più intensa del fascio stesso. Ebbene: queste spinte sono proprio le



BUON COMPLEANNO LASER!

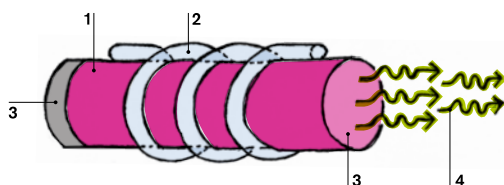
Il primo laser funzionante venne sviluppato nel 1960: quest'anno si festeggiano dunque i 50 anni del raggio che ci ha rivoluzionato la vita. Ecco le tappe principali della sua storia.



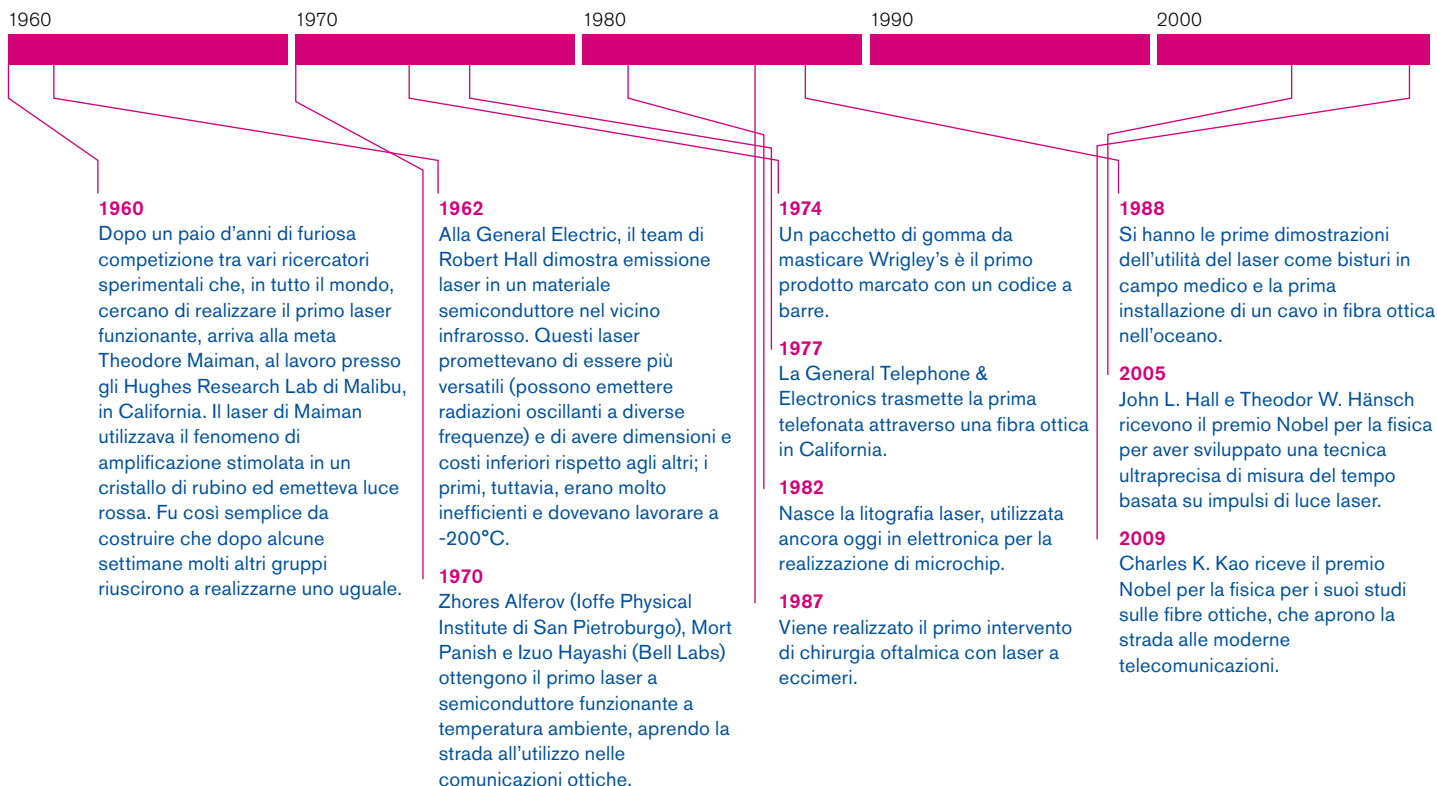
“Giocando” con le forze ottiche si riesce a bloccare una cellula in una posizione senza toccarla, danneggiarla o alterarla

ANATOMIA DEL LASER

Il laser è un dispositivo in grado di generare un fascio intenso e collimato di luce o, meglio, di onde che oscillano in maniera sincronizzata, con una sola frequenza o lunghezza d'onda. Per questo, la radiazione generata da un laser ha caratteristiche ben definite e riproducibili sia nel tempo sia nello spazio, a differenza delle sorgenti di luce convenzionali quali il Sole o le lampadine che emettono onde elettromagnetiche aventi fluttuazioni casuali. La generazione della luce laser avviene con un processo di amplificazione basato sull'**emissione stimolata di luce**, il fenomeno quantistico previsto da Albert Einstein. In base a questo fenomeno la luce, che secondo la meccanica quantistica è composta da fotoni aventi ognuno una ben definita energia, oltre a eccitare atomi o molecole di un sistema può anche stimolarne la diseccitazione se questi si trovano già in uno stato eccitato. In questo caso, l'energia in eccesso viene emessa sotto forma di radiazione elettromagnetica. Per realizzare un laser occorre un mezzo "attivo" (1) che può essere di diverso tipo: un solido, un gas, un materiale semiconduttore o un fascio di elettroni. Al mezzo attivo viene fornita energia (2) tramite una sorgente luminosa oppure corrente elettrica. Questo processo viene chiamato **pompaggio**;



l'energia fornita eccita gli atomi o le molecole del mezzo, alcuni dei quali decadono spontaneamente emettendo radiazione luminosa. Questa radiazione, però, viene emessa in tutte le direzioni: non è sincronizzata e unidirezionale come dovrebbe essere quella laser. Per ottenere luce laser bisogna attivare il processo di emissione stimolata, il che accade inserendo il mezzo attivo in un sistema di specchi (3) che permette alla luce di attraversarlo ripetutamente (**cavità ottica**). Questi specchi riflettono di continuo verso il mezzo attivo parte della radiazione emessa dal decadimento spontaneo degli atomi (e delle molecole) eccitati e questo ha come effetto la diseccitazione di altri atomi e molecole, con emissione di una radiazione luminosa che è finalmente sincronizzata (4), cioè in fase con la radiazione che ne ha stimolato l'emissione. In termini di energia posseduta, frequenza di oscillazione e direzione di propagazione, i fotoni emessi sono copie identiche di quelli che hanno attraversato il materiale.



forze ottiche generate dall'interazione tra la luce e l'oggetto.

Le forze ottiche possono essere descritte in modo alternativo e più tecnico, se si tiene conto del fatto che il campione è costituito da un materiale più denso del mezzo esterno e quindi possiede un diverso indice di rifrazione. Questo cambiamento di indice all'interfaccia tra il campione e il mezzo esterno fa sì che la velocità della luce aumenti quando attraversa il campione. Di conseguenza, si ha una variazione della quantità di moto della luce (che è proporzionale alla velocità), alla quale corrisponde una forza che agisce sulla particella.

In generale, viene identificata con il nome

di forza di scattering la componente della forza che spinge la particella in avanti, mentre quella che la tira verso la zona di luce più intensa viene chiamata forza di gradiente.

Trappola per cellule

È proprio "giocando" con le forze ottiche che si riesce a bloccare una cellula in una posizione senza toccarla, e quindi senza correre il rischio di danneggiarla e di alterarne le proprietà. Per riuscirci si può ricorrere a un fascio laser fortemente foccheggiato, ottenuto con un obiettivo che per l'appunto focalizzi la radiazione, ossia concentri tutta la potenza della luce in una regione molto piccola. La forte

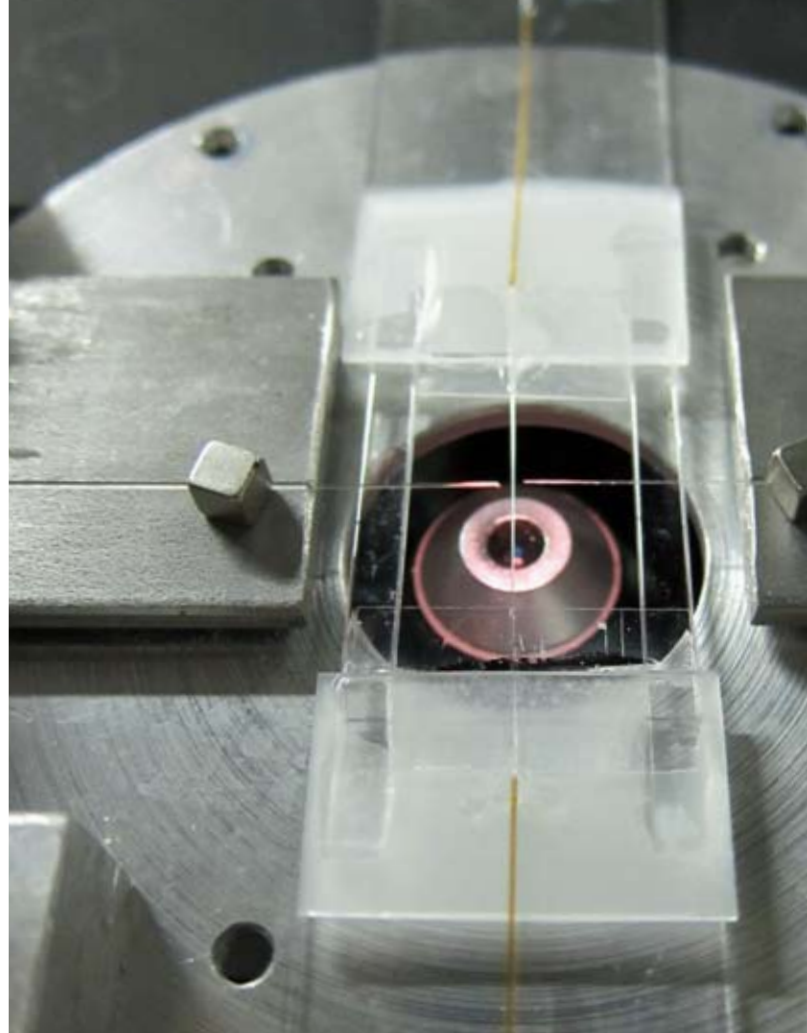
focalizzazione, infatti, consente di ottenere un'elevata componente della forza di gradiente che riesce a bilanciare quella di scattering, ottenendo l'effetto di attirare la particella nel punto di fuoco della luce, dove poi rimane stabilmente intrappolata. In pratica, in questo modo si raggiunge un punto di equilibrio stabile delle forze ottiche in tre dimensioni.

Lo stretcher ottico

Un sistema concettualmente ancora più semplice per intrappolare e manipolare cellule con il laser è quello basato sullo stretcher ottico, un dispositivo costituito da due fasci laser contropropaganti, ottenuti a partire da un'unica luce



La possibilità di manipolare e analizzare il comportamento di singole cellule permette di comprendere meglio i meccanismi che regolano i processi biologici di base



🔗 A sinistra, il dispositivo biofotonico utilizzato da Francesca Bragheri. Sopra, ingrandimento del vetrino su cui vengono posizionate le cellule da manipolare con la luce. Le immagini di queste due pagine sono di Francesca Bragheri.

suddivisa su due cammini. In pratica: la luce viene incanalata in una fibra ottica che, a un certo punto, si separa in due "rami". Se le uscite delle due fibre ottiche vengono poste affiancate l'una di fronte all'altra, i due fasci laser in uscita si propagheranno in direzioni opposte, incontrandosi nella zona in cui si trovano le cellule da analizzare. Perché il dispositivo sia completo occorre quindi anche un circuito microfluidico, ossia un canale di piccole dimensioni che faccia fluire la soluzione contenente le cellule nella zona compresa tra le fibre, oltre a un microscopio per visualizzare il tutto durante le misure. È chiaro che se i due fasci in uscita dalle

fibre ottiche sono identici, le spinte che essi eserciteranno su una cellula posta nel mezzo saranno uguali, e quindi si bilanceranno creando un punto di equilibrio, cioè una vera e propria trappola ottica. Non solo: se una volta che la cellula è stata intrappolata si aumenta progressivamente la potenza dei due fasci laser, essi daranno origine a forze ottiche che tenderanno a stirare la cellula stessa, allungandola in funzione della sua elasticità. Le sorgenti di luce prevalentemente utilizzate in questi esperimenti sono laser che emettono a una lunghezza d'onda nel vicino infrarosso, rispetto alla quale i campioni biologici sono trasparenti: questo fa sì che l'assorbimento della

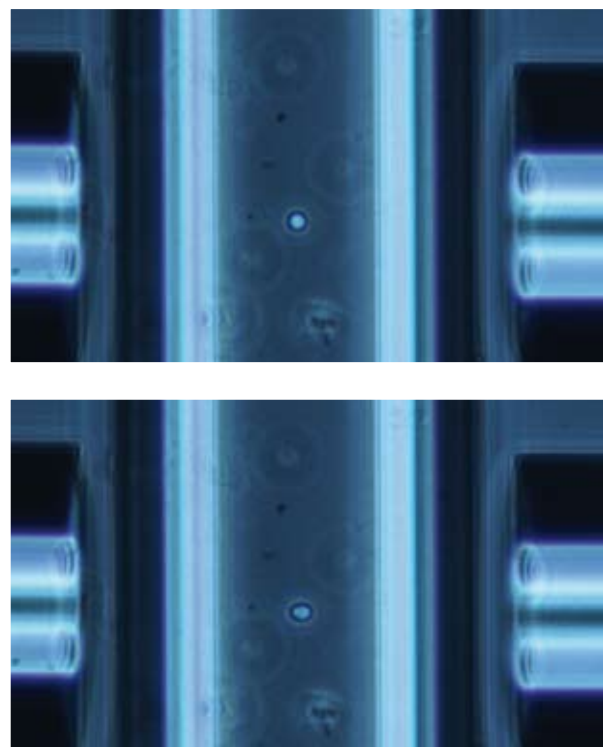
radiazione da parte della cellula e quindi il suo riscaldamento siano ridotti, evitando il rischio di danneggiamenti del campione durante l'analisi.

Misurare l'elasticità delle cellule

Uno dei campi più promettenti per l'applicazione di queste tecniche è quello biomedico. Oggi sia le analisi biomediche quali esami del sangue o analisi istologiche al microscopio, sia la maggior parte delle ricerche nell'ambito della biologia cellulare, sono tipicamente basate su informazioni medie ottenute da popolazioni di migliaia o milioni di cellule. Tuttavia, alcuni recenti studi hanno evidenziato che la possibilità di



👉 Il dispositivo biofotonico in azione. In alto, una cellula bloccata da due fasci laser contropropaganti. In basso, saggio delle proprietà elastiche della stessa cellula, che viene "stirata" all'aumentare della potenza dei laser.



IN RETE!

LaserFest Sito americano ideato per celebrare i 50 anni del laser. Oltre a un elenco di eventi in giro per il mondo, si trovano utili informazioni sul funzionamento, la storia e le applicazioni dei laser.

www.laserfest.org



FRANCESCA BRAGHERI

è ingegnere e lavora come postdoc presso il Laboratorio di elettronica quantistica del Dipartimento di elettronica dell'Università di Pavia (<http://etf.unipv.it>).

Ha svolto ricerca su conversione ottica nonlineare in cristalli fotonici e sull'interazione ottica nonlineare tra radiazione laser a impulsi ultracorti e materia, collaborando anche con le università di Vilnius, Madrid e Palaiseau. Ora si occupa soprattutto di biofotonica, con particolare interesse per le tecniche di manipolazione ottica. Il sito del suo laboratorio è www-3.unipv.it/eqn.

manipolare e analizzare il comportamento di singole cellule (con il laser o con altri metodi) permette di comprendere meglio i meccanismi che regolano i processi biologici di base. Inoltre, in questo modo si possono anche mettere in evidenza eterogeneità, tipiche di sistemi complessi come sono appunto le cellule, che non si riescono a osservare se si misurano solo medie di insieme.

Così, per esempio, per indagare più a fondo i meccanismi di insorgenza di alcune forme di diabete è attualmente in fase di studio presso l'Università di Ann Arbor, in Michigan, un metodo di analisi della secrezione dell'ormone insulina da parte di singole cellule. E ancora: queste tecniche

sono molto utili in studi detti di *bacterial starvation*, in cui singoli batteri vengono tenuti a "digiuno" per valutare le relazioni tra proprietà metaboliche e vitalità, intesa come capacità di formare colonie. In generale, molti studiosi ritengono che la conoscenza delle differenze esistenti tra singole cellule in termini di proprietà meccaniche oppure di produzione di sostanze (proteine, grassi, ormoni, metaboliti), potrebbe aiutare a mettere a punto nuove strategie diagnostiche e terapeutiche contro diverse malattie, come il cancro, il diabete, la malaria.

Sappiamo per esempio che le cellule tumorali hanno un'elasticità differente

rispetto a quelle sane. Questo dipende dal fatto che nelle cellule malate il citoscheletro – struttura dalla cui conformazione e dal cui grado di sviluppo dipende proprio l'elasticità cellulare – è ridotto: di conseguenza, a parità di stress indotto, esse risultano più facilmente deformabili delle cellule sane. Questo, però, significa che il grado di elasticità delle cellule potrebbe essere utilizzato come marcatore per valutarne lo stato di salute, ed è proprio questo uno degli obiettivi di sviluppo delle pinze ottiche. Disporre di uno strumento efficace per misurare l'elasticità di singole cellule, infatti, permetterà di effettuare diagnosi molto precoci della malattia. ➔



Un passo in avanti

LA LUCE VIAGGIA NEL VETRO

Insieme all'invenzione del laser non si può non ricordare quella delle fibre ottiche. Benché fosse noto fin dal 1800 che un filo di vetro, ciò che oggi chiamiamo fibra ottica, può guidare la luce, solo nel 1965 divenne chiaro che questa proprietà poteva essere sfruttata per realizzare un sistema di trasmissione a lunga distanza dell'informazione attraverso la luce laser. In quell'anno, infatti Charles Kao e George Hockham della compagnia Standard Telephones and Cables (STC) descrissero un metodo per ridurre significativamente l'attenuazione della luce che si propaga nel vetro, permettendo così alle fibre ottiche di diventare un fondamentale mezzo di trasmissione.

Il cilindro nel cilindro

La fibra ottica è costituita da un cilindro centrale circondato da una corona anch'essa cilindrica, realizzati in materiali diversi; il tutto è solitamente avvolto da una guaina esterna polimerica che aumenta la resistenza meccanica. A seconda delle applicazioni, il diametro della corona esterna, chiamata mantello, può variare da circa 100 micrometri (il diametro di un capello) fino a qualche millimetro. Anche le dimensioni del cilindro interno o nucleo, quello che determina le proprietà di propagazione della luce, variano. Le fibre per telecomunicazioni su lunga distanza (quelle che usiamo per telefonare o connetterci a Internet) sono in genere realizzate con due tipi differenti di vetro, hanno un mantello del diametro di 125 micrometri e un nucleo di circa 9 micrometri.

Pericoli di terra e di mare

Le fibre ottiche per telecomunicazioni sono installate sotto le strade o in fondo al mare, raggruppate in cavi che contengono decine o centinaia di fibre, a loro volta ricoperti da guaine protettive. Nel caso di posa terrestre, il peggior nemico dei cavi



📍 **Mappa mondiale della distribuzione sottomarina dei sistemi di fibre ottiche per telecomunicazioni.**

in fibra ottica è costituito dai piccoli roditori, mentre per la posa sottomarina i rischi vengono da terremoti, reti da pesca, ancore delle navi o morsi di squali. Nel 2006, per esempio, un terremoto a Hengchun (Taiwan) provocò danni ingenti alla rete di cavi sottomarini, interrompendo in molti paesi asiatici circa la metà del

traffico telefonico e rallentando enormemente le connessioni Internet, con un forte impatto sulle transazioni finanziarie. Per questo sarebbe necessaria una rete di backup: i sistemi satellitari, però, non sono abbastanza efficienti e l'unica soluzione possibile sembra una rete di backup anch'essa via cavi.



Ora tocca a te



DOMANDE E ATTIVITÀ

1. Nell'articolo viene presentato un metodo di spostamento e manipolazione di oggetti con la luce. La luce, però, può esercitare forze di intensità piuttosto bassa, qualche centinaio di picoNewton al massimo. Quali oggetti puoi pensare di spostare con la luce?
2. Se la luce può esercitare una forza, è anche vero che può essere usata come "strumento" di misurazione delle forze. Dopo una ricerca in biblioteca o su Internet, prepara una presentazione che illustri i metodi che possiamo usare per misurare le forze, soffermandoti in particolare su quelli che utilizzano le forze ottiche.
3. Per visualizzare e fotografare le cellule durante l'utilizzo di una pinza ottica è necessario utilizzare un microscopio invertito con obiettivi a contrasto di fase. Cerca in biblioteca o su Internet materiali che ti aiutino a spiegare come è fatto questo tipo di microscopio, in quale tipo di studi viene comunemente utilizzato e che vantaggi offre la tecnica di microscopia a contrasto di fase rispetto alla microscopia in campo chiaro. Prepara una presentazione su questo argomento.
4. Esistono diversi tipi di laser a seconda del materiale di cui è fatto il mezzo attivo. Indica almeno uno dei materiali utilizzati per ognuna delle seguenti categorie: laser a stato solido, laser a gas, laser a semiconduttore.

SCIENZA E SOCIETÀ

1. Le telecomunicazioni su lunga distanza sono solo un esempio delle tante applicazioni delle fibre ottiche. Dopo una breve ricerca in biblioteca o su Internet, prepara una presentazione che illustri almeno un'altra applicazione possibile.
2. Qual è l'applicazione del laser che utilizzi di più? Probabilmente si tratta del lettore CD. Prepara una presentazione sul funzionamento del dispositivo laser che usi di più, senza dimenticare di descrivere il tipo di laser impiegato.

SCRIVERE DI SCIENZA

1. L'acqua può guidare la luce? Motiva la tua risposta in un breve scritto.
2. Nel gennaio 2008 alcuni cavi sottomarini per telecomunicazioni a lunga distanza localizzati nel Mediterraneo furono gravemente danneggiati, provocando l'interruzione dei servizi Internet in Medio Oriente e in India. Ricostruisci in un breve scritto di taglio giornalistico quanto accaduto, dopo aver consultato i seguenti articoli pubblicati dalla BBC: *Severed cables disrupt internet* (<http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/7218008.stm>), *Disruption after web cables cut* (<http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/7222411.stm>), *Repairs begin on undersea cable* (<http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/7795320.stm>).



La riscoperta delle spontanee

Molti regimi alimentari tradizionali includevano stabilmente anche piante selvatiche: ora la scienza porta alla luce il valore per la nostra salute dei progenitori spontanei delle verdure coltivate oggi.

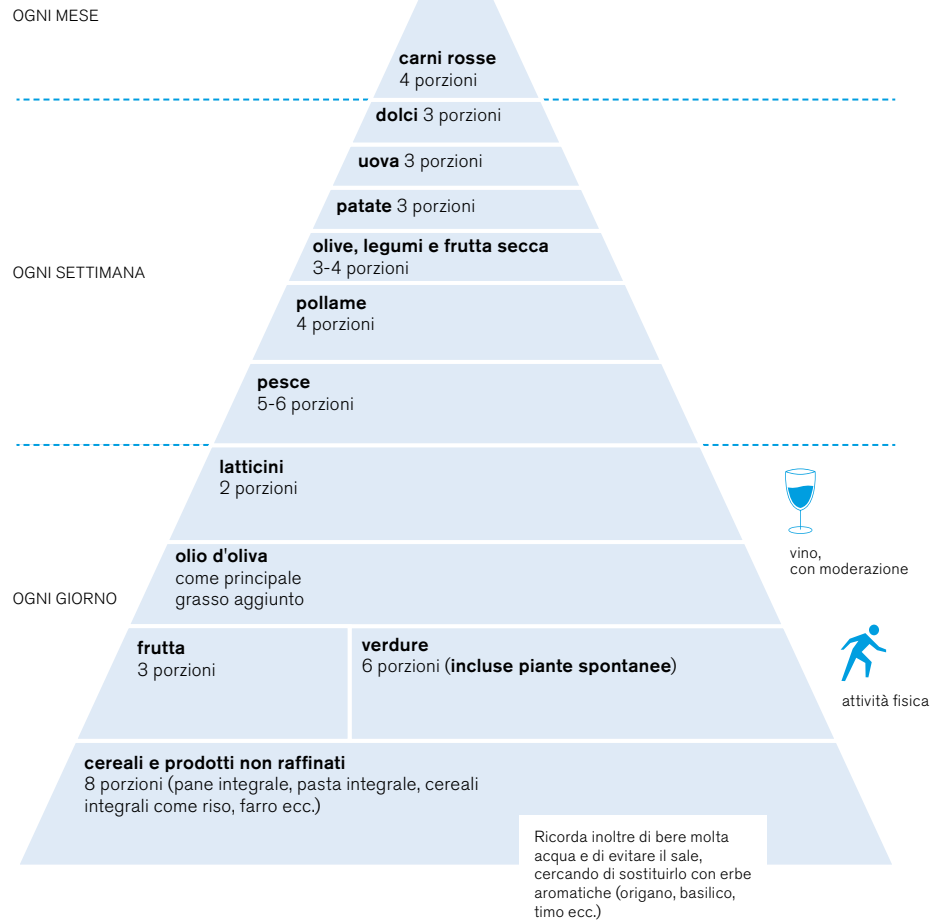


RENATO BRUNI



Nella dieta mediterranea originaria le piante commestibili spontanee avevano un ruolo consistente

Dieta mediterranea tradizionale



Tre verticale, undici lettere. "Piante selvatiche commestibili, usate in epoca di carestia o di scarsa disponibilità alimentare". Al Bartezzaghi o al Ghilardi, maestri da "Settimana Enigmistica", questa definizione da cruciverba piacerebbe un sacco, perché per molti solutori sarebbe difficile dare all'istante la definizione corretta: alimurgiche. Ovvero alimentari d'urgenza. Vengono così chiamate quelle piante spontanee a cui un tempo si ricorreva per integrare l'alimentazione quando l'orto, il campo, il mercato o il portafogli non garantivano cibo a sufficienza. Alcune di esse hanno alla lunga ottenuto una promozione tra le parcelle orticole o sui banchi ortofrutta, e si può osare dicendo che tutto l'armamentario verzuero degli esseri umani ha un trascorso alimurgico più o meno remoto. Un passato in cui bacche e radici erano capisaldi della dieta e ci saziavamo in primis con i *wild relatives*, ovvero con i progenitori selvatici delle piante poi addomesticate, coltivate e selezionate per affinare le caratteristiche considerate più meritevoli. Per esempio, prima di diventare quelli

che conosciamo ora, la comune scarola o indivia (*Cichorium endivia* L. subsp. *endivia*) e anche i radicchi rossi veneti (di Chioggia, di Treviso) non erano altro che piante raccolte nei prati. Il loro antenato selvatico è unico e tuttora rinvenibile in Italia con il nome di *Cichorium endivia* L. subsp. *divaricatum*.

Piante radicalmente modificate

Certo oggi il vocabolo usato per definire le piante spontanee commestibili è divenuto desueto e ignoto ai più, come conseguenza delle trasformazioni nel ciclo di approvvigionamento e distribuzione del cibo verificatesi negli ultimi due secoli, che hanno profondamente modificato le fonti vegetali della nostra alimentazione, riducendone la varietà ma aumentandone la resa e il potenziale calorico. Modifiche spesso radicali, che hanno premiato le piante più ricche di amidi e zuccheri, selezionate per essere più tenere e vicine al gusto educato del consumatore contemporaneo e più profittevoli in termini di lavorazione industriale. Questa transizione ha garantito cibo

📌 Piramide alimentare corrispondente alle indicazioni della dieta mediterranea tradizionale. La piramide alimentare è uno schema grafico che riassume porzioni e frequenza di assunzione dei cibi in un regime alimentare controllato. Alla base si trovano gli alimenti da consumare con cadenza giornaliera e all'apice quelli da assumere più raramente. Fonte: Supreme Scientific Health Council, Ministero greco della salute.



NEI PRATI CON IL CELLULARE

Uno dei limiti maggiori al riconoscimento delle piante spontanee risiede nella complessità dei criteri botanici usati per distinguere le specie vegetali, spesso ostici per i neofiti e di difficile applicazione durante le escursioni nei campi. Nell'era moderna del digitale si stanno affacciando sul mercato alcune soluzioni basate sull'epitome della portabilità: lo smartphone. Per esempio, scaricando applicazioni *ad hoc* sarà presto possibile acquisire attraverso la fotocamera di un cellulare di nuova generazione una serie di foto della pianta da identificare (in alcuni prototipi, come quello messo a punto dalla National Science Foundation, pare sia sufficiente una foto della foglia). Queste informazioni, elaborate tramite algoritmi di riconoscimento d'immagine e processate con intelligenze artificiali, saranno poi incrociate con un database preconstituito e integrate da semplici domande, spesso in forma grafica (fiore o infiorescenza, altezza della pianta, habitat di osservazione). Un ulteriore affinamento è garantito dalle indicazioni GPS, che individuano la location in cui è stata scattata la foto e la correlano a differenti aree climatiche. Il risultato consiste in una serie di *hits*, corrispondenti alle specie vegetali più probabili e connesse a schede corredate di foto e di informazioni botaniche, medicinali, alimentari, ecologiche. Incluso il suggerimento a non raccogliere la pianta qualora si tratti di una specie minacciata o tossica.

↕↕ Asparago selvatico e, a destra, fiore di grespino comune.



ALBERTO SALGUERO/WIKIMEDIA

per tutti, ma sembra che la sua esasperazione abbia portato anche alcune storture nell'approccio al cibo e nel tipo di alimentazione, come i dati su sovrappeso, obesità e sindrome metabolica nei paesi industrializzati spesso ci ricordano.

Alimentazione e malattie

Alcune indagini sulle caratteristiche nutrizionali delle alimentazioni (o diete) tradizionali a varie latitudini, soprattutto di quelle basate anche sulle piante non coltivate e rustiche, hanno reso disponibili informazioni interessanti per capire come ovviare ad alcuni limiti del nostro attuale regime alimentare. Negli ultimi decenni molte indicazioni epidemiologiche, ottenute valutando l'incidenza di determinate patologie all'interno di intere popolazioni, hanno portato alla luce due aspetti fondamentali. Il primo è che nei paesi industrializzati esiste una forte correlazione tra l'incidenza di alcune malattie (diabete, certe forme tumorali, patologie cardiovascolari) e un'alimentazione povera di fibre o antiossidanti ma ricca di grassi saturi, carni rosse e zuccheri raffinati a rapido assorbimento. Il secondo è che nelle popolazioni che si giovano di rapporti invertiti tra i nutrienti citati, le malattie elencate risultano molto meno frequenti.

A corroborare queste indicazioni giungono anche i dati relativi ad alcune popolazioni che più rapidamente di altre hanno effettuato la transizione da una dieta ricca di vegetali spontanei a un'alimentazione di stampo occidentale. Indiani d'America, polinesiani, nativi delle Hawaii sono in vetta alle statistiche mondiali riguardanti l'incidenza di sovrappeso, diabete e altre malattie metaboliche e cardiovascolari.

Queste osservazioni stanno aumentando l'interesse per le differenze tra le diete attuali e quelle

tradizionali, per comprendere quali meccanismi e fattori possano garantire una maggiore fitness alimentare e prevenire certe malattie. E poiché una delle differenze consiste proprio nella presenza di piante spontanee commestibili, questo aspetto è diventato oggetto di ricerche interdisciplinari che mirano a collegare tra loro elementi culturali (relazione uomo-cibo, fatta di nutrimento ma anche di gusto), nutrizionali e salutistici (presenza di micronutrienti benefici) e biochimico-farmacologici (protezione antiossidante), per capire se a queste piante spontanee sia ascrivibile anche un contributo al benessere, probabilmente ignoto a chi le usava per cibarsi.

Dieta da manuale

Allo studio delle alimurgiche e al ruolo che potrebbero aver svolto nella nutrizione umana ben si attaglia un'esortazione di Walter Benjamin: «In ogni epoca bisogna tentare di strappare nuovamente la trasmissione del passato al conformismo che è sul punto di soggiogarla». È una frase che ha una sua componente retorica e più di un briciolo di romanticismo, ma sottende anche un elemento scientificamente probante: risalire la corrente delle informazioni che vengono dal passato remoto della nostra relazione con il cibo può garantire a chi indirizza le nostre diete nuovi strumenti per ottenere risultati migliori o più adatti al contesto contemporaneo. Un esempio a riguardo può venire da una delle abitudini alimentari a noi più vicine, la dieta mediterranea. I capisaldi della sua definizione sono gli studi condotti nelle isole greche, Creta *in primis*, nell'immediato dopoguerra, quando l'erosione culturale della tradizione alimentare aveva inciso minimamente sulle abitudini degli isolani. A pagina 23 è riportata la classica piramide degli



alimenti che fanno parte di questa dieta, delle loro porzioni e delle relative frequenze consigliate. Questa versione, prodotta dal Ministero greco per la salute, presenta una differenza rispetto a quelle più comunemente disponibili e rappresenta con maggiore fedeltà le indicazioni degli studi antropologico-nutrizionali che hanno portato alla definizione della dieta mediterranea. Nel settore dedicato alle verdure è infatti specificato a chiare lettere "including wild greens", ovvero "verdure spontanee incluse", una nota che in genere è omessa a favore delle verdure coltivate, più comunemente disponibili sul mercato e quindi più accessibili ai consumatori. Nella dieta mediterranea cretese originaria (ma anche in quella siciliana e di altre zone) le piante commestibili spontanee avevano un ruolo consistente, il cui contributo è stato in parte oscurato dalla rilevanza sinora data a vino rosso, olio d'oliva, acidi grassi insaturi e porzioni di frutta e verdura. Prodotti più affini al mondo commerciale e quindi più attentamente scandagliati.

Senza spontanee l'efficacia cambia

Alla dieta mediterranea sono stati ascritti diversi vantaggi, non ultimo quello di contribuire alla prevenzione di alcune patologie croniche spesso legate all'eccesso di colesterolo, trigliceridi e zuccheri e a fenomeni di stress ossidativo del nostro organismo (aterosclerosi, stati infiammatori, sviluppo di tumori). Le popolazioni che la seguivano integralmente avevano infatti un minore rischio di contrarre tali malattie e presentavano, almeno fino agli anni sessanta dello scorso secolo, un'elevata longevità.

Quando i ricercatori valutano l'efficacia delle diete nella prevenzione di malattie la cui eziologia coinvolge processi ossidativi (patologie tumorali e

cardiovascolari su tutte), correlano indicazioni epidemiologiche contemporanee e passate dando quasi per scontato che le caselle delle piramidi alimentari siano rimaste invariate nel tempo. È tuttavia possibile che l'effetto protettivo della dieta mediterranea contemporanea sia diverso da quello della dieta mediterranea tradizionale anche per il diverso apporto garantito dalle piante spontanee, che sono state gradualmente sostituite dalle loro omologhe coltivate. E non è escluso che le indicazioni contraddittorie recentemente esposte dallo studio EPIC, un'ampia indagine su alimentazione e tumori condotta su quasi mezzo milione di persone in dieci paesi europei (<http://epic.iarc.fr>), siano in parte legate anche a questa differenza.

Torta rustica con sorpresa

Che caratteristiche hanno le piante spontanee dal punto di vista salutistico? Si tratta in genere di piante molto ricche di fibre, con un buon contributo in zuccheri a lenta assimilazione e quindi con una



PAROLE CHIAVE

Carotenoidi Pigmenti liposolubili gialli o rosso-arancio presenti in moltissimi vegetali (carote, zafferano), ove si accumulano nei plastidi, e in alcuni animali (penne degli uccelli, crostacei, salmonidi). Accompagnano la clorofilla come pigmenti associati e svolgono un ruolo antiossidante.

Etnobotanica Disciplina che studia le relazioni tra piante ed esseri umani, cioè le piante utili a fini medicinali, alimentari, rituali e pratici, all'interno delle culture tradizionali e contemporanee.

Fibre alimentari Polisaccaridi complessi di origine vegetale, divisi in solubili e insolubili in funzione della loro digeribilità da parte della flora batterica intestinale. Modulano il transito intestinale e l'assorbimento di molte sostanze contenute nell'alimentazione, inclusi colesterolo, zuccheri e trigliceridi.

Fitness alimentare Espressione mutuata dalla teoria dell'evoluzione; sottintende l'insieme di vantaggi che una certa alimentazione può avere garantito in termini di longevità e salute a una certa popolazione nei confronti di altre aventi un diverso regime alimentare.

Flavonoidi Metaboliti secondari delle piante; hanno funzione protettiva contro stress ambientali e presentano un ampio spettro di attività: astringente, antiossidante, antibatterica, di inibizione enzimatica.

Metaboliti secondari Molecole naturali a basso peso molecolare non fondamentali per lo sviluppo delle cellule vegetali, ma in grado di concorrere a quello dell'intero organismo. Possono svolgere funzioni difensive, di comunicazione visiva e olfattiva o protettive contro vari tipi di stress.

Micronutrienti Sostanze assunte tramite la dieta e rilevanti per la salute pur agendo anche in quantità minime. Ne fanno parte le vitamine, alcuni sali minerali e altri metaboliti secondari di origine vegetale.



Nei paesi industrializzati c'è una forte correlazione tra l'incidenza di alcune malattie e un'alimentazione povera di fibre o antiossidanti e ricca di grassi saturi, carni rosse e zuccheri raffinati

ridotta propensione ad aumentare la glicemia, il colesterolo e i trigliceridi ematici, compensando quindi gli effetti negativi dovuti all'abbondanza di grassi nella dieta, che risultano meno assorbiti dall'organismo. Al tempo stesso, sono assai ricche di sostanze come i polifenoli, i flavonoidi e i carotenoidi, in grado di prevenire danni cellulari dovuti allo stress ossidativo, ovvero capaci di aumentare l'efficacia con cui il nostro organismo limita gli effetti dannosi di radicali liberi e perossidi che si formano normalmente con il metabolismo o che assumiamo cuocendo alcuni tipi di alimenti, come le carni.

Per lungo tempo, gli antiossidanti presenti in frutta e verdura, nell'olio d'oliva e nel vino rosso sono stati considerati i principali responsabili di una minore incidenza delle malattie citate all'interno del bacino mediterraneo. Tuttavia, due fette di una



SPONTANEE NEL PIATTO

Le ricette italiane più note a base di piante spontanee sono il *pistic* friulano, il *prebuggiun* ligure e la *minestrilla* di Galliciano in Garfagnana. Si tratta di misticanze, ovvero di piatti preparati soprattutto in primavera mescolando un numero variabile di specie vegetali (tra 30 e 60) raccolte dalle donne lungo il limitare di campi coltivati, terreni incolti e pascoli. Alcune piante a foglia si ritrovano in quasi tutte le ricette: tarassacco, borragine, romice, carota selvatica, malva, papavero di campo, cicoria, salvia, piantaggine e ortica. Nel caso del *pistic* le piante venivano prima bollite e poi passate in padella con aglio, burro e lardo. Il *prebuggiun*, invece, trovava impiego, sempre previa bollitura, come ripieno per tortelli, torte salate o frittate. In ambo i casi l'acqua di cottura non veniva gettata ma bevuta, una pratica considerata favorevolmente dai nutrizionisti in quanto consente di non perdere la quota di sostanze salutari antiossidanti che si disciolgono in acqua durante la cottura.

torta tradizionale cretese a base di erbe spontanee hanno un contenuto in flavonoidi di 12 volte superiore a un bicchiere di vino rosso e varie piante quasi sempre incluse nella ricetta hanno un contenuto nel flavonoide quercetina paragonabile a quello delle cipolle, considerate tra gli alimenti comuni più ricchi di questa sostanza. Una, il romice (*Rumex obtusifolius*), ne contiene il doppio a parità di peso. Molte altre specie "da cicoriaro" come il grespino comune (*Sonchus oleraceus*), l'asparago spinoso (*Asparagus acutifolius*) e la rucola selvatica (*Diplotaxis eruroides*) si posizionano tra i primi posti nella classifica della protezione antiossidante, se confrontate con le piante alimentari coltivate più usate in Italia (non a caso spinaci, cime di rapa e asparagi). Un loro consumo costante e regolare, si ipotizza, potrebbe aver rappresentato un elemento importante nella fitness alimentare garantita dalla dieta mediterranea tradizionale.

Le *edible wild greens* della piramide greca non sarebbero quindi da considerare come un semplice alimento, ma quasi alla stregua di un integratore alimentare assunto con regolarità, introdotto senza una reale pianificazione dai creatori della dieta mediterranea, ma potenzialmente in grado di compensare la perdita di micronutrienti dovuta alla progressiva selezione e raffinazione delle specie agricole.

Sane, ma amare

La presenza dei metaboliti secondari benefici, tuttavia, ha un rovescio della medaglia: implica una ridotta palatabilità, un sapore spesso amaro e una consistenza fibrosa, coriacea. Al tempo stesso la difficile reperibilità, la tossicità di alcune specie e i rischi connessi alla loro raccolta spontanea, collegati al possibile eccesso di sostanze antinutrizionali come nitrati e ossalati oltre che alla loro esposizione ad agenti inquinanti (raccolgere tarassaco sul ciglio della statale non è mai una buona idea), hanno rappresentato un ulteriore limite. L'evoluzione del gusto nei secoli verso alimenti facili e rapidi da assimilare, teneri e con sapori più dolci o più salati ha quindi guidato la selezione agronomica contadina prima e agroindustriale poi verso varietà coltivate in cui alcuni tratti salutari delle specie spontanee sono stati fortemente diluiti. Il risultato è che nei secoli i *wild relatives* raccolti allo stato spontaneo sono



RENATO BRUNI

è ricercatore in biologia farmaceutica presso la facoltà di farmacia dell'Università di Parma. Si occupa di principi attivi di origine vegetale, di piante utili, di relazioni uomo-pianta e di valorizzazione della biodiversità in Europa e nei paesi in via di sviluppo. Su questi stessi temi cura un blog divulgativo all'indirizzo <http://meristemi.wordpress.com>.

stati ottimizzati per massimizzare gusto e contributo calorico a scapito dei metaboliti secondari antiossidanti e delle fibre, con conseguenze che in molti casi hanno determinato effetti drammatici nella salute delle popolazioni.

Evoluzione in cucina

La presenza delle piante commestibili spontanee è sempre piuttosto consistente nei ricettari greci tradizionali (dove se ne citano circa 150) e in generale il loro numero è elevato anche in molte ricette italiane (il pastic friulano, il prebuggiun ligure). Questo si spiega lungo linee differenti, che mescolano opportunità e casualità. La pianta spontanea è, per sua definizione, trovata "per caso", e quindi facilmente intercambiabile nella ricetta. Non è neppure trovata in quantità, salvo rare eccezioni, per cui è più facile raggiungere la "massa critica saziante" combinando specie diverse. L'uso di queste piante implica conoscenza, tempo e accettazione della variabilità, tutti parametri il cui rendimento è andato in drastico calo negli ultimi 150 anni.

In genere, le piante alimentari rientravano nell'alimentazione quotidiana all'interno di torte e paste ripiene, un elemento importante che può portare a sua volta a due riflessioni. La prima è che molte ricette tradizionali italiane attualmente preparate con un singolo ingrediente vegetale forse sono l'evoluzione moderna di piatti un tempo cucinati a partire da più specie spontanee (si pensi all'erbazzone reggiano, ai tortelli di erbe, alla pasta con i tenerumi). La seconda è che questi piatti hanno continuato a essere consumati anche quando l'agricoltura aveva una forte dominanza e si era ormai imposta come fonte primaria di nutrimento. Siamo in genere abituati a porre una cesura pratica e culturale netta tra epoca della caccia/raccolta ed epoca dell'allevamento/coltivazione. In realtà i due sistemi di approvvigionamento del cibo hanno continuato a coesistere sino a circa 70-80 anni fa nei paesi occidentali, soprattutto nelle aree montane e insulari, e continuano a convivere nelle zone rurali di quasi tutti i paesi in via di sviluppo.

Il buono dei saperi antichi

Lo studio critico del sapere stratificato e tacito delle tradizioni, siano esse alimentari o medicinali, non rappresenta una semplice curiosità romantica,

ma uno dei molti sistemi con cui la scienza raccoglie informazioni da verificare. Cercando di individuare tendenze nascoste o di sfruttare nozioni popolari prima della loro scomparsa, gli esperti di etnobotanica hanno scoperto che molte pratiche tradizionali nascondono una motivazione, spesso ignota anche a chi le ha definite nei secoli. I vantaggi salutari delle fibre e degli antiossidanti delle piante spontanee commestibili non potevano essere chiari in termini scientifici alle popolazioni mediterranee, ma definire la loro posizione intermedia tra cibo e medicina preventiva può suggerire strategie migliori per sfruttarle in un contesto socioeconomico e culturale completamente mutato. L'ipotesi di una reintroduzione massiccia di questi cibi nella nostra alimentazione è difatti utopia complessa e improbabile: le dinamiche di mercato, l'abitudine al gusto e il diverso rapporto con l'alimentazione sono ostacoli forse insormontabili, ma è indubbio che l'introduzione di alcune di queste piante nella filiera degli integratori alimentari e degli alimenti funzionali, la promozione del loro uso in gastronomia anche a difesa delle tradizioni popolari e il loro sfruttamento nelle aree più povere del pianeta presentano una motivazione salutistica che non si limita al semplice elemento folcloristico. ➔



PER APPROFONDIRE

- J. Kallas, *Edible Wild Plants*, Gibbs Ed. Google books: <http://snipurl.com/xfv86>
- M. Heinrich, W. Müller, C. Galli, *Local Mediterranean food plants and nutraceuticals*, in "Forum of Nutrition", Karger Ed., Vol 59. Google Books: <http://snipurl.com/xfvdn>
- G.P. Nabhan, *A qualcuno piace piccante*, Codice Edizioni, Torino 2005.
- A.P. Simopoulos, C. Gopalan, *Plants in human health and nutrition policy*, in "World Review of Nutrition and Dietetics", Karger Ed., Vol. 91. Google books: <http://snipurl.com/xfvag>



IN RETE!

- Alimurgiche in Sicilia** Piccola guida alle piante di uso alimentare del territorio etneo. www.dipbot.unict.it/alimurgiche
- Spontanee in giardino** Documento sul giardino fitoalimurgico per la valorizzazione delle piante spontanee, prodotto da Veneto Agricoltura. www.venetoagricoltura.org/basic.php?ID=2025



Un passo in avanti

MOLECOLE CONTRO L'OSSIDAZIONE

Antiossidante è da qualche anno una parola d'ordine quasi onnipresente nel settore salute e benessere, eppure la sua diffusione tralascia spesso alcuni chiarimenti. Per esempio: perché quasi tutti gli antiossidanti provengono dalle piante? Come si misura la loro efficacia? Come funzionano? Definiamo

antiossidanti le molecole organiche capaci di limitare l'azione di ossigeno, perossidi, radicali liberi e di ridurre così i danni a carico dei sistemi biologici o di altre molecole più prone all'ossidazione. Possono essere strutturalmente diverse tra loro ma divisibili in fenolico-idrofile (flavonoidi, catechine) e lipofile (vitamina E, carotenoidi). Il loro funzionamento è spiegabile grazie ad alcune caratteristiche chimiche: la presenza di sistemi fenolici con ossidrili coniugati ad anelli aromatici o la combinazione di insaturazioni coniugate consente di delocalizzare, ovvero di distribuire gli elettroni spaiati dei radicali liberi, catturandoli prima che questi possano attaccare strutture biologiche più pregiate, come il DNA e le pareti cellulari. Gli antiossidanti infatti hanno una conformazione tale da sopportare al loro interno le energie in eccesso provenienti da agenti ossidanti, assorbendole come fanno le spugne con l'acqua e dando loro una collocazione più stabile che ne riduce la reattività.

Buoni per la salute

In ambito salutistico hanno valenza soprattutto nella prevenzione di patologie di tipo infiammatorio o legate allo stress ossidativo a carico del DNA e della struttura cellulare. Proprio la parola stress aiuta a capire perché ritroviamo così spesso queste molecole nei vegetali. A differenza degli animali, le piante non

possiedono né capacità di moto né un sistema di difesa immunitario e sono quindi obbligate ad attuare difese meccaniche o chimiche nei confronti delle sollecitazioni esterne. Quando per esempio la luce eccessiva innesca reazioni di ossidazione, le piante non possono spostarsi all'ombra e minimizzano i danni sintetizzando sistemi in grado di assorbire chimicamente l'alta reattività delle sostanze che si producono a tali condizioni. I diversi adattamenti evolutivi hanno portato alla creazione di una grande varietà di metaboliti secondari antiossidanti che vengono poi accumulati nel vacuolo delle cellule se idrofili o inseriti direttamente nelle membrane cellulari o nelle cellule che accumulano oli nel caso di quelli lipofili.

Misurare l'efficacia antiossidante

La misurazione dell'efficacia di queste molecole passa attraverso una miriade di test, nascosti da acronimi (ORAC, DPPH, FRAP, TRAP, PCL, ecc.) che affollano articoli scientifici e divulgativi, e spesso comparati tra loro senza che questo sia sempre opportuno. Perché non si usa un metodo uniforme? Innanzitutto perché il concetto di antiossidante è relativo a diversi meccanismi di ossidazione e a diversi agenti ossidanti. Poi perché alcuni metodi sono più adatti a esprimere l'efficacia di una sostanza lipofila e viceversa per quelle idrofile. Inoltre, alcuni metodi sono più economici e rapidi e quindi più adatti allo screening di molte sostanze ma forniscono indicazioni generali non sempre applicabili con certezza a un sistema complesso come il nostro organismo, per il quale occorrono operazioni più elaborate, ma anche più costose. Il risultato in molti casi è simile a quello che si aveva con le antiche unità di misura, quando ogni città aveva un suo

sistema di misurazione delle lunghezze o delle superfici e il valore del braccio mercantile, della pertica o della biolca differiva di ducato in ducato. Più o meno avviene lo stesso con gli antiossidanti, per i quali non esiste un equivalente del Sistema internazionale e ogni risultato va interpretato di volta in volta.

Uva, tè verde & Co.

La tecnica attualmente considerata più idonea per efficacia e per relazione tra dato strumentale e realtà biologica degli organismi è chiamata ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity). Con questa tecnica è possibile valutare la capacità antiossidante complessiva di un alimento nei confronti di alcuni radicali liberi particolarmente attivi. Tra gli alimenti comuni considerati più efficaci troviamo mirtilli, more e piccoli frutti rossi, cavoli, spinaci, broccoli seguiti da arance, uva nera, peperoni rossi, kiwi, cipolle, mele, melanzane. Sempre più forza sta infine acquisendo la ricerca nel settore dei frutti esotici, degli scarti della lavorazione industriale e delle tisane, che stanno portando alla continua introduzione sul mercato di prodotti a base di tè verde o bucce e semi d'uva, ricchi in catechine e antociani, considerati i migliori antiossidanti in termini di rapporto prezzo/efficacia/conferma scientifica.



Ora tocca a te

DOMANDE E ATTIVITÀ

1. Conosci piante spontanee commestibili? Quali? Conduci una piccola inchiesta per scoprire quali sono conosciute dagli anziani della tua famiglia. Sai dare una definizione botanica precisa di queste piante? Puoi trovare aiuto in siti come **www.dryades.eu/home1.html** e **http://flora.uniud.it**.

2. Tra le piante alimentari coltivate sai quali offrono la più elevata protezione antiossidante e quali contengono maggiori quantità di fibre? Attraverso i dati disponibili nel database **www.nutritiondata.com** prova a calcolare l'impronta nutrizionale, il contributo in fibre, il carico glicemico, i micronutrienti e l'indice saziante di frutta e verdura che consumi abitualmente. Usando la funzione MyRecipes (**http://nutritiondata.self.com/help/myrecipes-help**) prova a calcolare i valori relativi ad alcuni alimenti confezionati di uso comune (per esempio quelli disponibili nei distributori automatici della tua scuola) e confrontali con quelli di prodotti freschi a base di frutta e verdura (anche spontanee). Che differenze osservi?

3. Che differenze esistono tra fibre solubili e non solubili? Come si comportano questi due tipi di fibre all'interno dell'intestino?

4. Dopo averne parlato con i docenti, prova a organizzare insieme ai tuoi compagni una visita guidata al più vicino orto botanico. Verificate in precedenza quali piante alimentari sono presenti e preparate, a gruppi, alcune brevi schede su queste piante da illustrare alla classe, centrando il discorso sulle proprietà nutrizionali e sui loro impieghi in cucina.

5. Se il laboratorio della scuola è opportunamente attrezzato, proponi al docente responsabile di determinare insieme il contenuto in polifenoli di alcuni infusi preparati a partire da tisane disponibili in commercio o essiccando piante da te raccolte. Per la determinazione si può seguire il protocollo descritto a questo indirizzo: **http://utenti.multimania.it/vino5ab/nuova_pagina_14.htm**.

SCIENZA E SOCIETÀ

Sai che cosa si intende per *sindrome metabolica*? Cerca in biblioteca o su Internet la definizione e cerca di recuperare i dati relativi alla diffusione e all'andamento nel tempo in Europa e negli Stati Uniti di questa sindrome. Quali alimenti sono più

indicati, in un'ottica di prevenzione, per ridurne l'incidenza? Quali abitudini alimentari e di comportamento, al contrario, aumentano il rischio di insorgenza della sindrome? Che suggerimenti pensi potrebbero essere dati attraverso la scuola e i mezzi di comunicazione per contenere il fenomeno?

SCRIVERE DI SCIENZA

Cercando di unire nozioni di biologia e di chimica, prepara un elaborato che spieghi per quale motivo i vegetali producono metaboliti secondari e li accumulano nel vacuolo delle loro cellule. Descrivi i meccanismi attraverso i quali queste sostanze prevengono o arrestano l'azione dannosa dei radicali liberi. Puoi anche fare alcuni esempi, cercando la struttura chimica di alcuni metaboliti secondari e provando a ipotizzare, proprio in funzione della struttura, se sono potenzialmente antiossidanti o meno.



A ME I DATI!

La rete è una miniera ricchissima di dati ambientali: dati pubblici su inquinanti, eventi naturali sul territorio, stato di conservazione di specie animali e vegetali, serie climatiche e così via. In queste pagine un agile vademecum per capire dove cercare le informazioni più utili.



TIZIANA MORICONI



«**D**obbiamo entrare in possesso della conoscenza che noi stessi creiamo. Il diritto ai dati e il dovere di raccogliarli sono parte di una trasformazione culturale necessaria se vogliamo un mondo sostenibile». A pronunciare queste parole, in un incontro organizzato lo scorso febbraio a Milano nell'ambito del programma Meet The Media Guru, è Roger Malina, astrofisico del Cnrs (corrispettivo francese del nostro Cnr) di Marsiglia e direttore della rivista "Leonardo", pubblicata dal Massachusetts Institute of Technology di Boston. Già, ma quanto sono raggiungibili oggi, con Internet a disposizione, dati pubblici che riguardano per esempio l'ambiente in cui viviamo? Ecco un piccolo vademecum per chi volesse cominciare a verificarlo.

La geografia ai tempi del Web

Se volete studiare sul serio la geografia – o almeno farvi un'idea precisa di che cosa sia oggi questa disciplina – smettete di giocare con Google Maps e Google Earth e provate ad andare sul sito del Portale cartografico nazionale (www.pcn.minambiente.it). Vi apparirà un vero e proprio GIS, ovvero un sistema informativo geografico: un database computerizzato per l'acquisizione, l'analisi e la visualizzazione grafica di informazioni georeferenziate (cioè che hanno a che fare con le coordinate geografiche). Che cosa significa? Mettiamo che vogliate sapere se l'area in cui abitate è adatta a una particolare pianta. Un modo molto rapido per ottenere questa informazione è disporre di un sistema che, inserendo le condizioni ambientali ottimali per quella pianta – temperatura, umidità, piovosità e così via – visualizzi automaticamente sulla carta tutte le aree che

fanno al caso vostro. Ecco, questo è un esempio di ciò che si può fare con un GIS, e le domande che potete porre al sistema sono potenzialmente infinite. Per ora, dal portale si accede a 150 terabyte di dati, pubblici e di altissima precisione: vi sono ortofoto aeree (fotografie modificate per eliminare le distorsioni e georeferenziate, per poter essere utilizzate come mappe), immagini da satelliti con informazioni batimetriche e radiometriche e modelli digitali del territorio. Il sistema permette anche la visualizzazione 3D.

L'idea di base del progetto, promosso dal Ministero dell'ambiente, è condividere tutti i dati di telerilevamento con chiunque: amministrazioni pubbliche, ma anche singoli cittadini e, non ultime, le scuole. Sta infatti prendendo forma un progetto portato avanti insieme al Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca per l'utilizzo del Portale nelle classi, anche attraverso le lavagne interattive multimediali. «Il sistema si sta dotando di un'interfaccia estremamente friendly, pensata proprio per gli studenti di scuole superiori», ha spiegato Salvatore Costabile del Ministero dell'ambiente, responsabile tecnico del progetto. «Si tratta di introdurre una nuova metodologia nell'insegnamento di questa materia e di altre, perché per la prima volta è possibile far vedere in tempo reale tutto ciò che viene spiegato: che cosa sono un asse fluviale o una morena, oppure quali sono le caratteristiche chimico-fisiche del territorio, magari seguendole nel tempo, visto che sono disponibili dati sistematici dagli anni novanta a oggi. È anche possibile, di ritorno da una gita scolastica, caricare il proprio percorso (registrato con un qualsiasi GPS) e corredare il sistema interattivo di fotografie e documenti».



linx

PRESENTA

LE NUOVE FRONTIERE DELLA BIOLOGIA

Cinque giornate di studio
e di aggiornamento con i protagonisti
della ricerca e della didattica

FEBBRAIO 2011

Gli appuntamenti



A Torino

Ha ancora senso oggi parlare di specie?

Marco Ferraguti

Professore ordinario di evoluzione biologica all'Università statale di Milano e, dal 2008 al 2010, presidente della SIBE, Società italiana di biologia evolutiva. La sua attività di ricerca si è concentrata soprattutto sulla biologia della riproduzione di invertebrati. Si occupa inoltre di sistematica filogenetica dei tubificidi, anche con metodi molecolari.

A Milano

In laboratorio con i ricercatori

Attività nel laboratorio didattico di IFOM, Fondazione Istituto FIRC di Oncologia Molecolare, centro di ricerca no profit ad alta tecnologia dedicato allo studio delle basi molecolari della tumorigenesi. L'IFOM affianca alla ricerca attività di comunicazione e divulgazione scientifica, con particolare attenzione al mondo della scuola.



A Bologna

Bioingegneria per uno sviluppo sostenibile

Carlo Bruschi

Responsabile del gruppo di ricerca in genetica molecolare del lievito all'International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology (ICGEB) di Trieste. Visiting Professor di genetica molecolare e genomica all'Università di Salisburgo, in Austria. Dal 2008 è consulente scientifico del Ministero dell'educazione, della scienza e della tecnologia della Slovenia.

A Roma

Biodiversità marina e funzionamento degli ecosistemi

Ferdinando Boero

Professore ordinario di zoologia all'Università di Lecce, presidente del comitato sugli ambienti litoranei della Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée e segretario generale della Società italiana di ecologia. Le sue ricerche vertono su: biodiversità, biologia marina, ecologia evolutiva, biologia dello sviluppo, filosofia della scienza.



A Napoli

Verso una medicina basata sull'evoluzione?

Gilberto Corbellini

Professore ordinario di storia della medicina e bioetica alla Sapienza, Università di Roma e condirettore della rivista "Darwin". Studia diversi aspetti della storia, dell'epistemologia, dell'etica e della percezione pubblica delle scienze biomediche.

Linx: un'offerta integrata per la biologia

in ogni giornata di studio presentazione delle novità Linx

Il laboratorio virtuale di biologia

Un passo in avanti nella didattica delle discipline scientifiche. Uno strumento innovativo che simula veri e propri laboratori di biologia, con un'interfaccia 3D realistica e di grande effetto: per realizzare simulazioni, esperimenti virtuali ed esercitazioni di preparazione alle attività pratiche.



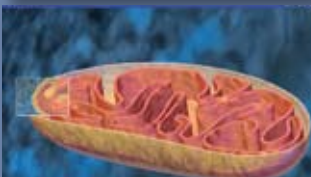
Lezioni con la LIM

Il sistema Linx per una didattica multimediale e interattiva

Libri digitali proiettabili: le versioni digitali dei testi, sfogliabili su computer o con una lavagna interattiva multimediale.

Active book: versione digitale del testo con attività multimediali (filmati, animazioni, sintesi audio, glossari, simulazioni, mappe ed esercitazioni interattive, presentazioni in PowerPoint).

Materiali multimediali scaricabili dal Companion Website.



Per maggiori informazioni e per ricevere l'invito scrivere a: marketing@pearson.it o contattare la nostra agenzia di zona. Tutti gli aggiornamenti sul sito <http://linxedizioni.it>

Le giornate di studio sono organizzate da Pearson Italia, ente accreditato quale soggetto che offre formazione al personale della scuola (AODGPER12676). Verrà quindi rilasciato l'attestato di partecipazione valido per l'esonero.

2011

**LE SCIENZE NATURALI
E LE SCIENZE INTEGRATE CON**

linx

LINX sta preparando
per l'insegnamento
della biologia:

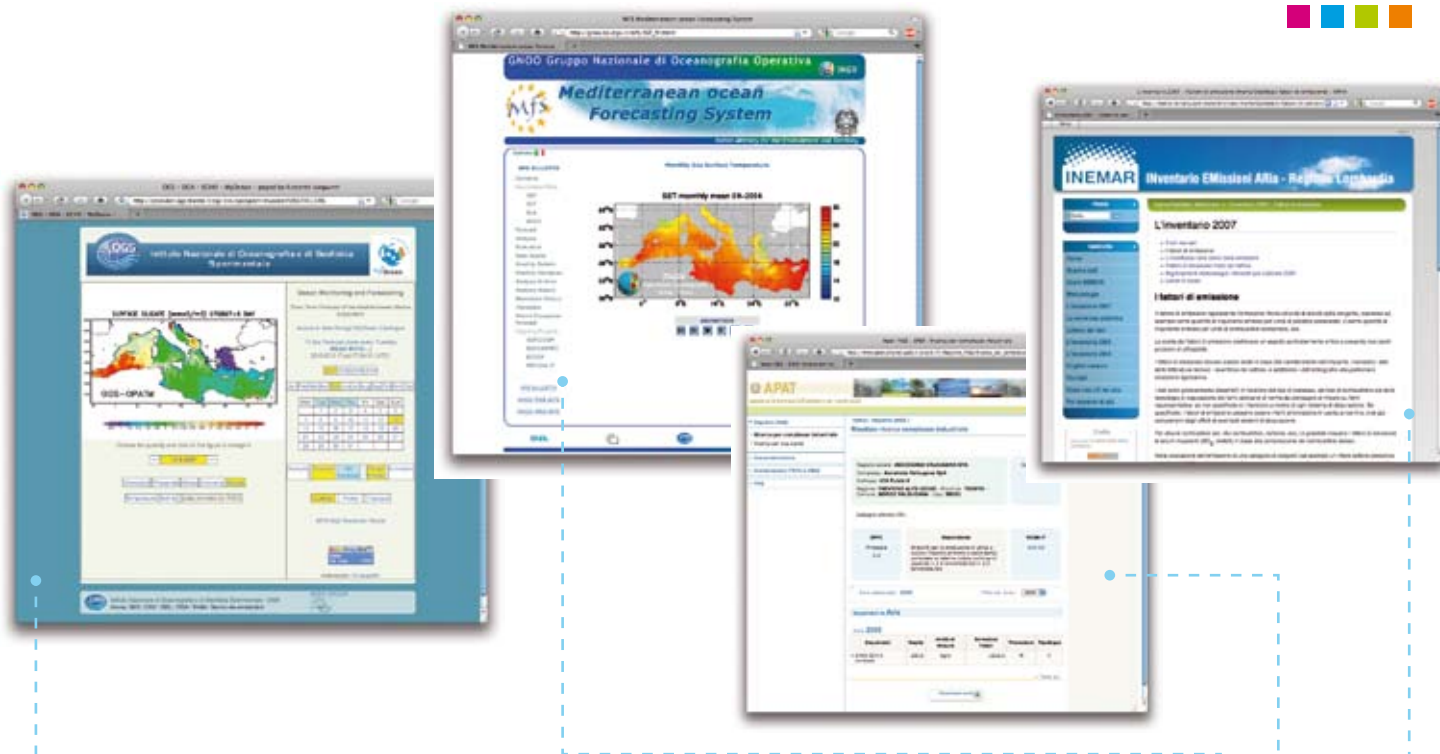
→ la nuova edizione
di Campbell "Immagini
della biologia" per
i licei riformati

→ una serie di
nuove iniziative
e importanti
proposte editoriali

→ il laboratorio
virtuale
di biologia

→ **Biologia 2011.**
Materiali di
aggiornamento
professionale

Visitate il cantiere delle iniziative editoriali LINX per le scienze naturali e le scienze integrate all'indirizzo: <http://linxedizioni.it>



La chimica e il mare

Il 13 maggio 2007 i livelli e la distribuzione dei silicati nelle acque del mar Mediterraneo erano completamente diversi da quelli rilevati il 13 maggio 2010. Sulle coste tirreniche, per esempio, la concentrazione di queste sostanze è quasi raddoppiata: da 1-2 a 3-4 millimoli al metro cubo. Analizzando i dati del 2008 e 2009, si capisce bene anche da dove sono arrivate le sostanze che hanno contribuito all'innalzamento di questi livelli: dall'Oceano Atlantico attraverso lo Stretto di Gibilterra. Per dirlo non c'è bisogno di essere esperti in materia, ma basta andare sul portale dell'Istituto nazionale di oceanografia e geofisica sperimentale di Trieste per visualizzare, in maniera intuitiva e immediata, tutte le variazioni giornaliere di fosfati, clorofilla, nitrati, derivati dell'ammoniaca, silicati, temperatura e salinità del nostro mare (<http://poseidon.ogs.trieste.it/cgi-bin/opaoech/myocean?20070513IRS>).

Certo, il sito – come quasi sempre accade – non fornisce l'interpretazione dei dati. Nel caso dell'aumento dei silicati, per esempio, non c'è modo di capire che cosa possa averlo provocato, quali ne siano le ripercussioni, se e come questa variazione sia legata ad altre e nemmeno se per l'ambiente sia un fatto positivo o negativo. Per tutto questo, è necessaria la guida di un docente che possa andare oltre il dato grezzo.

Il sito rimanda inoltre a un servizio del Gruppo nazionale di oceanografia operativa di Bologna (MFS High Resolution Model) che permette di creare animazioni per "osservare" le variazioni di alcuni parametri (temperatura, salinità...), scegliendo anche a quale profondità fare riferimento (1, 20, 130, 360, 1000 metri),

mese per mese nell'arco dell'anno (http://gnoo.bo.ingv.it/mfs/SST_M.htm#).

Caccia all'inquinante

Le reti dei dati pubblici rilasciati dai vari enti per l'ambiente sono ridondanti (vi imbatterete spesso negli stessi numeri visualizzati in siti e in modi diversi), ma non per questo trovare l'informazione che cerchiamo è più semplice.

Partiamo da qui: vogliamo sapere quanto è inquinata una certa area. Magari può essere utile sapere che cosa riversa in acqua e in cielo una certa azienda che si trova proprio in quella zona. Bene, un sito dove cominciare a prendere qualche informazione di questo tipo è INES, il registro del Ministero dell'ambiente sugli «specifici inquinanti provenienti dai principali settori produttivi e da stabilimenti di grossa capacità presenti sul territorio nazionale» (www.eper.sinanet.apat.it/site/it-IT/Registro_INES).

La ricerca può essere fatta per complesso industriale o per singolo inquinante. Un esempio: in Lombardia, nel 2005, il settore di trattamento metalli e plastiche ha rilasciato in aria 275 kg di acido cianidrico. Il sistema risponde in fretta e funziona bene, ma non è aggiornato e si possono avere dati solo per gli anni dal 2002 al 2005. Per le informazioni recenti, ci si può riferire ai siti web delle varie autorità locali (regioni, province, comuni e agenzie regionali e provinciali per la protezione dell'ambiente), oppure al database INEMAR che raccoglie tutte queste informazioni (<http://inemar.terraria.com/xwiki/bin/view/InemarDatiWeb/It+istema+INEMAR>): bisogna registrarsi, ma si fa in un attimo.

Prendiamo sempre la Lombardia: andando sul sito



dell'ARPA (http://ita.arpalombardia.it/ITA/qaria/doc_MappeEmissione.asp) appare la mappa con i dati per acidificanti, precursori dell'ozono e gas serra, con la possibilità di scorporre le emissioni da traffico. Ci si ferma al 2007, ma si possono anche vedere le emissioni per ciascun inquinante: ozono (O₃), biossido di zolfo (SO₂), biossido di azoto (NO₂), monossido di carbonio (CO), benzene (C₆H₆), particolato M10, M2,5 e polveri totali. Non male, anche perché si ha accesso allo storico dei dati ed è facile fare confronti. E nella tendina in alto a destra della pagina si trova il link alle rilevazioni giornaliere (anche se da considerarsi "non definitive") per ciascuna città in cui vi è una centralina di rilevamento.

Di frane, radon e altri disastri

Quanto ai dati ambientali, comunque, la vera miniera è il sito dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA: www.isprambiente.it). Homepage, in basso a sinistra, *Banche dati*. Ce ne sono 17 che contengono i numeri presentati nelle pubblicazioni dell'ente. Non si può certo dire che l'accesso ai dati sia intuitivo o pensato specificatamente per una consultazione da parte degli studenti. D'altra parte, però, con un po' di buona volontà e un paio d'ore al

massimo di addestramento sul campo si può diventare davvero abili a estrarre tutte le informazioni di interesse. Un esempio concreto? La prima banca dati che ci si presenta, nell'ordine, è quella dell'Agenda 21, il programma promosso dalle Nazioni unite sullo sviluppo sostenibile e che riguarda, letteralmente, le "cose da fare nel XXI secolo" (in pratica consiste nella pianificazione di azioni a livello nazionale, regionale e locale). Per sapere che cosa sta facendo per voi la vostra città basta impostare i parametri che si vogliono visionare e cominciare la ricerca: al momento il database contiene informazioni su oltre 8000 comuni e sui relativi progetti in vari campi, dall'urbanistica ai rifiuti, dal traffico alla salute dei cittadini.

Se invece si sceglie di cliccare su *Cartografia*, si possono visualizzare anche le frane sul territorio (Progetto Iffi, Inventario dei fenomeni franosi in Italia), oltre a informazioni (documenti, fotografie, filmati) sugli eventi più significativi. E sempre al sito dell'Ispra bisogna fare riferimento per conoscere i livelli di radon (il gas radioattivo che proviene dal terreno) e di inquinamento acustico ed elettromagnetico. Dall'homepage del sito di ISPRa si accede infine a un altro mondo chiamato SINAnet (www.sinanet.apat.it), e da qui al Modulo



INDEKS, ACCESSO DIRETTO AI DOCUMENTI

Indicizzare, classificare, interconnettere e mettere a disposizione degli utenti tutti i documenti ufficiali sull'ambiente rinvenuti nello spazio web, senza sovrapposizioni. Questo lo scopo del sistema integrato INDEKS (Indexing and Networking of Documents on Environmental Knowledge Sharing):

www.envidocnet.isprambiente.it/INDEKS/public/welcome.do dell'ISPRA. "Linx Magazine" ne ha parlato con Valeria Pulieri, collaboratrice del progetto.

Dottoressa Pulieri, che cos'ha di speciale questo sistema?

Sappiamo che al momento può non essere semplice districarsi tra la miriade di documenti disponibili. L'idea è che, una volta immessa una parola chiave, venga presentato all'utente un panorama che sia sì vasto, ma organizzato in maniera logica, in modo che si possa arrivare velocemente alle informazioni che interessano.

Per esempio?

Prendiamo la parola "cinghiale": il sistema tira fuori tutti i documenti che hanno a che fare con questo argomento, dall'habitat alla riproduzione, alla caccia, ai riferimenti normativi. Inoltre lo stiamo sviluppando perché possa permettere di riconoscere facilmente ciò che interessa, senza obbligare a ulteriori ricerche.

È pensato anche per gli studenti delle scuole superiori?

In realtà chi ne può usufruire al meglio è lo studente universitario, ma nulla vieta che anche uno studente di liceo possa usare il database e imparare a gestire il sistema di informazioni che vengono proposte. Il motore di ricerca è in continua evoluzione e abbiamo bisogno di stimoli e feedback per adattarlo agli utenti. L'obiettivo è rendere i documenti accessibili a tutti, anche attraverso uno strumento che possa permettere di distinguere quelli più tecnici da quelli divulgativi. Senza dubbio gli studenti, guidati da un insegnante, possono usare INDEKS per comprendere i collegamenti tra ambiti apparentemente distanti, e arricchire il loro panorama conoscitivo.

di accesso alle informazioni spaziali (MAIS), che funziona come una mappa interattiva di un sistema GIS, molto più semplice di quello del Portale cartografico nazionale e dedicato alle sole tematiche ambientali. Dal menu *Tematismi* (in alto a destra) è possibile avere accesso a diverse informazioni (tracciato stradale e ferroviario, rete idrica, siti ambientali protetti, interventi per la difesa del suolo e così via) sotto forma di "layer" e di grafici. Ma non è tutto. Volete conoscere l'andamento della raccolta differenziata a Catania in questi ultimi anni? Basta cliccare sul menu *Indicatori* (sempre in alto a destra) per poter selezionare una serie di informazioni città per città: inquinamento elettromagnetico, acque di balneazione, parco veicolare e un'altra dozzina di indici.

Come andiamo a biodiversità?

Visto che il 2010 è stato dichiarato dall'ONU Anno della biodiversità e che l'Italia ha firmato un paio di impegni internazionali proprio per la protezione della biodiversità, andiamo a vedere, dati alla mano, come ce la stiamo cavando. Il primo sito da consultare è di nuovo quello dell'ISPRA, dove uno degli ultimi rapporti pubblicati è *l'Annuario dei dati ambientali*. Qui è possibile trovare gli ultimi numeri

(o almeno i più aggiornati disponibili) che indicano lo stato di conservazione di tutte le specie in Italia. Per avere accesso al database basta registrarsi. L'annuario in realtà è scaricabile in pdf anche senza registrazione, ma con la registrazione si ha la possibilità di crearsi i propri rapporti su misura, personalizzandoli in un istante. I dati riferiti al 2008 sono anche scaricabili direttamente in Excel, belli e pronti per costruire grafici.

Il secondo sito da consultare è quello del WWF Italia (www.wwf.it/client/render.aspx?content=0&root=667). Qui si trovano le schede sintetiche (consultabili direttamente online) delle specie animali e degli habitat in pericolo, oltre al dossier 2010 sulla biodiversità (in formato pdf).

A livello internazionale, infine, non c'è sito migliore di quello dell'Unione mondiale per la conservazione della natura (IUCN) che redige le liste rosse (ovvero le "schede" che raccolgono tutte le informazioni sullo stato di conservazione – da "rischio minimo" a "estinta" – di tutte le specie animali e vegetali del mondo (www.iucnredlist.org/apps/redlist/search). Qui è possibile formulare una ricerca per ogni singola specie nota e avere informazioni non solo sullo stato di conservazione, ma anche sulla tassonomia, gli habitat, o l'effetto delle azioni antropiche e dei cambiamenti climatici. ●



TIZIANA MORICONI

giornalista, scrive di tecnologia per "L'Espresso", "Nòva" e "Wired Italia". Cura inoltre la sezione news del magazine online "Galileo", giornale di scienza e problemi globali.

A scuola nel parco

Piccola guida ai geoparchi italiani: aree di interesse geologico e geomorfologico gestite con un occhio attento all'educazione ambientale. Un luogo privilegiato per imparare le scienze della Terra.



ROBERTO GRECO



CORTESIA ENTE PARCO MADONIE

Mare salato fossile, visibile al Geopark delle Madonie.

Le nuove indicazioni ministeriali per l'insegnamento delle scienze sottolineano l'importanza fondamentale della dimensione sperimentale dell'attività didattica. L'esperienza in laboratorio è sicuramente uno dei momenti più significativi in cui questa dimensione sperimentale può esprimersi e per le scienze della Terra il laboratorio per eccellenza è l'ambiente naturale. Il territorio offre innumerevoli spunti di riflessione, analisi e sperimentazione su scala micro e macroscopica. A partire dalla "semplice" osservazione del paesaggio, che permette di ragionare sulle forze endogene ed esogene che lo hanno modellato nel tempo. In ogni territorio, sia

esso naturale o urbano, è possibile trovare spunti per attività all'aperto. Gli ideatori del progetto Earth Learning Idea [1], per esempio, consigliano visite nei cimiteri per studiare gli effetti degli agenti esogeni sulla varietà dei materiali lapidei presenti (www.earthlearningidea.com), attività *Weathering - rocks breaking up and breaking down*. Gli organizzatori del progetto tutto italiano Edu-Geo (www.edu-geo.it), invece, hanno sviluppato una serie di attività pratiche sul campo. Vere e proprie escursioni guidate da docenti universitari e di scuola superiore, in cui gli studenti sono avviati a interpretare in modo autonomo i fenomeni geologici che hanno di fronte attraverso l'osservazione, il

collegamento con quanto studiato, la raccolta di dati e la realizzazione di schemi. Tra le escursioni proposte, ricordiamo quella lungo la valle del Santerno, nell'Appennino settentrionale, quella tra miniere e grotte dell'Iglesiente, in Sardegna, e quella all'isola di Vulcano. Questi esempi mostrano che in ogni situazione è possibile costruire percorsi didattici sperimentali *ad hoc*, ma è indubbio che certi luoghi si prestino più di altri allo scopo, e che alcuni siano in questo senso notevoli eccellenze: stiamo parlando dei geoparchi.

Un marchio internazionale

Per *geoparco* si intende un'area territoriale dai confini ben definiti, con un

STUDIARE L'ACQUA E IL CLIMA SULLE DOLOMITI

Vajolet Masé, responsabile del settore didattica del geoparco Adamello Brenta, descrive un paio di progetti sviluppati per le scuole: «Una scuola superiore di San Michele all'Adige ha partecipato a un progetto di tre giorni dedicato all'idrosfera continentale. Li abbiamo portati sul campo ad analizzare le acque dei torrenti, nel gruppo del Brenta e dell'Adamello Presanella, per confrontare il chimismo delle acque derivato da diversi tipi di rocce. Abbiamo poi raggiunto una sorgente e visitato uno stabilimento di imbottigliamento di acqua minerale.

Un altro progetto, articolato su due giorni, ha invece riguardato clima, glaciologia e geomorfologia: la prima mattina inquadramento teorico e poi escursione in Brenta; il secondo giorno escursione in val Genova».

Il parco naturale dell'Adamello Brenta ha in gestione strutture ricettive che permettono di ospitare gli studenti direttamente all'interno, limitando i costi per le famiglie. Per i docenti interessati a ripetere una delle esperienze proposte, o a progettare una su misura per la propria classe in collaborazione con i professionisti del parco, si può contattare il parco stesso, al numero 0465-806666.



CRISTIANO QUEIROLO



GIUSEPPE ALBERTI

📍 Geologi per un giorno al Beigua Geopark.
📍 Ghicciaio del Mandrone, Adamello Brenta Geopark.

patrimonio geologico e geomorfologico di particolare valore e rilevanza per rarità, interesse scientifico, richiamo estetico e valore educativo. La sua identità è strettamente legata alla geologia, ma in un geoparco sono importanti anche il patrimonio naturale e quello culturale, specialmente per quanto riguarda le relazioni con il patrimonio geologico. Dal 2004, quello di geoparco è diventato un marchio, istituito nel quartier generale dell'UNESCO, a Parigi, in un incontro che ha coinvolto le principali associazioni geologiche e geografiche di tutto il mondo. Durante l'incontro si è scelta Pechino quale sede del Global UNESCO Network of Geoparks, e si sono stabilite le principali regole alle quali i territori che

ambiscono al titolo devono sottostare per entrare nel club. Un comitato internazionale valuta le candidature secondo le linee guida elaborate dalla sezione di scienze della Terra dell'UNESCO. Esistono anche reti locali di geoparchi, sempre sostenute dall'UNESCO; quando un territorio candidato viene accettato in una di queste, entra automaticamente a far parte anche della rete mondiale. La rete europea dei geoparchi (www.europeangeoparks.org) ha elaborato una propria lista di requisiti necessari per entrare a farne parte, che spaziano dalla geologia al paesaggio, dai programmi di conservazione al patrimonio naturale e culturale, dalla struttura gestionale


all'educazione ambientale e alla divulgazione, dalla promozione del geoturismo a quella dello sviluppo sostenibile locale. Ogni punto della lista comprende una serie di sottosezioni e occorre raggiungere un punteggio minimo in ciascuna per accedere allo stato di geoparco e per conservarlo, superando controlli periodici.

Collezione di parchi geologici

Di fatto, quindi, i geoparchi sono territori in cui si cerca di sostenere e promuovere la ricerca scientifica e l'educazione ambientale per una comprensione sempre più approfondita e diffusa delle scienze naturali. Ogni geoparco cerca di coinvolgere nelle sue attività e in



MONICA SVAETTONI

 Attività didattiche al Beigua Geopark.

particolare nella gestione e valorizzazione dei siti geologici enti locali, organizzazioni, cittadini. Con l'obiettivo finale di migliorare le condizioni dell'ambiente naturale, ma anche di contribuire al progresso economico locale. Il marchio geoparco, che è già un segno forte di riconoscimento internazionale, sinonimo di protezione ambientale e di sviluppo, inizia infatti a diventare sempre più ambito anche per finalità di promozione turistica. I geoparchi sono collegati in rete: scoperto il primo diventa facile avere informazioni anche sugli altri e sempre più numerosi sono i geoturisti che si muovono da un parco all'altro, collezionandoli.

In Italia possiamo vantare cinque geoparchi: parco naturale delle Madonie in Sicilia (riconosciuto nel 2001), parco culturale Rocca di Cerere sempre in Sicilia (2001), parco naturale del Beigua in Liguria (2005), parco geominerario storico ambientale della Sardegna (2007) e parco naturale Adamello Brenta (2008).

I geoparchi italiani: Madonie

Il geoparco delle Madonie (www.madoniegal.it) si trova all'interno del parco naturale delle Madonie (www.parcodellemadonie.it), sulla costa nord occidentale della Sicilia. L'area costituisce

un riassunto efficace di tutti gli aspetti geologici della Sicilia, eccezion fatta per il vulcanesimo attivo. Il geoparco è dominato in particolare da rocce carbonatiche e si presta ad approfondire le tematiche legate al carsismo. Come tutti gli ambienti carsici, è privo di una vera e propria rete idrica superficiale, ma presenta un ricco sistema di circolazione idrica sotterranea. Esempi di carsismo ipogeo nelle Madonie sono la Grotta rossa, l'Abisso del vento, l'Inghiottitoio battaglialetta, la cui fruizione non è però alla portata di tutti: la visita va affrontata accompagnati da speleologi.

Rocca di Cerere

Rimanendo sempre in Sicilia, il geoparco di Rocca di Cerere (www.roccadicerere.eu), in provincia di Enna, consente di ammirare *geositi* (siti di particolare interesse geologico e geomorfologico) che testimoniano le successioni di sedimenti depositatisi a seguito della crisi di salinità che circa 5,5 milioni di anni fa interessò l'area mediterranea per la chiusura della soglia che la separa dall'oceano Atlantico (l'attuale stretto di Gibilterra). Qui è possibile non solo ripercorrere questi eventi geologici, ma anche seguire le tracce dell'influenza delle risorse minerarie presenti, in

particolare zolfo e salgemma, sul locale contesto economico e sociale. L'estrazione di zolfo era già attiva durante l'età del bronzo e i romani impiegavano nelle miniere gli schiavi di guerra. Agli inizi del Novecento vi lavoravano ancora 40 000 persone che estraevano i quattro quinti dell'intera produzione mondiale. La scoperta che lo zolfo si può ottenere come sottoprodotto della raffinazione del petrolio innescò la crisi di questo distretto, che ha visto chiudere gli ultimi impianti nel 1988.

Beigua

Spostandoci in Liguria, il geoparco del Beigua (www.parcobeigua.it/geopark), all'interno del più vasto parco del Beigua, consente di ammirare una delle più vaste aree ofiolitiche (porzioni di crosta oceanica che, a causa dei movimenti delle placche, sono state sollevate e sovrapposte alla crosta continentale finendo per affiorare) del nostro paese. Ritrovare le tracce di antichi fondi oceanici ormai perduti permette di svolgere numerosi collegamenti con il tema della tettonica a placche. Le rocce verdi del Beigua, di natura metamorfica, sono poi state scolpite dal ghiaccio e restano a testimoniare processi di modellamento superficiale ormai



W LA GEOLOGIA, ANCHE ALL'ESTERO

Una visita a un geoparco può essere facilmente inserita anche nel programma di un viaggio d'istruzione all'estero. Maurizio Burlando, per esempio, consiglia i geoparchi anglosassoni, come il North Pennines (www.northpennines.org.uk) in Inghilterra e le Marble Arch Caves (www.marblearchcaves.net) nell'Irlanda del Nord, che tradizionalmente fanno dell'educazione ambientale uno dei temi centrali delle loro attività. Merita una visita anche il geoparco dell'isola di Lesbo (www.petrifiedforest.gr), in Grecia, frequentato ogni anno da migliaia di studenti che vanno alla scoperta di una suggestiva foresta pietrificata.

Una delle destinazioni estere principali per gli studenti delle scuole italiane è la città di Praga. E allora perché non abbinare la visita alla città a una tappa al vicino Bohemian Paradise Geopark (www.cesky-raj.info/en), che già dal nome promette paesaggi incantevoli? Negli ultimi 500 milioni di anni quest'area è stata più volte interessata da potenti eruzioni vulcaniche, e si è trovata a costituire il fondo di mari e laghi. L'impatto dell'acqua sul paesaggio ha scavato nelle arenarie forme uniche, mentre nella dolomia ha prodotto interessanti fenomeni carsici come le grotte di Bozkov. Diversi processi geologici hanno portato nel tempo alla deposizione di ferro, rame e mercurio, pietre preziose, carbone, nonché pietre utili in edilizia.

scomparsi. Il comprensorio, infine, è caratterizzato da interessanti aree paleontologiche, nonché da siti di valore mineralogico per la presenza di spettacolari granati, che hanno arricchito le collezioni di tutto il mondo.

Geoparco della Sardegna

Di grande impatto paesaggistico è il parco geominerario storico ambientale della Sardegna (<http://parcogeominerario.it>) dove si possono osservare ambienti geologici di straordinaria diversità: dalle ossidiane del Monte Arci, alle miniere di rame di Punta Raminosa, fondamentali per lo sviluppo della metallurgia del bronzo nell'età nuragica. Da non perdere una visita alla miniera di Masua dove nella roccia calcarea furono costruiti, e sono oggi visitabili, nove enormi silos che permettevano di immagazzinare i minerali per poi caricarli direttamente su un piroscampo dalla costa a picco sul mare mediante nastri trasportatori. L'aspetto didatticamente dominante qui è il rapporto tra l'uomo, l'ambiente e le sue risorse.

Adamello Brenta

Infine, ma non ultimo per importanza, c'è il parco naturale Adamello Brenta (www.pnab.it), con i suoi tanti tipi di rocce – calcare, dolomia, granodiorite, tonalite,

porfidi, scisti – ma anche i fenomeni carsici di Vallesinella e il cimitero dei fossili della Val d'Ambiez. L'aspetto qui più rilevante dal punto di vista didattico è il contrasto tra la parte occidentale del parco, dove domina la dura e compatta tonalite (roccia magmatica), che dona ai monti Adamello e Presanella una morfologia massiccia, percorsa da numerose creste affilate, e la parte orientale. Un mondo completamente differente, in cui l'acqua superficiale sparisce in profondità, tra le fessure della roccia, e solo quattro laghi, di incomparabile bellezza, ornano lo scarno paesaggio dolomitico.

Didattica all'aperto

Visitare un geoparco offre il vantaggio di trovare aree già selezionate da esperti per i loro caratteri di unicità, bellezza, rilevanza scientifica e didattica. Si tratta di luoghi in cui la geologia e i fenomeni a essa collegati appaiono estremamente chiari e leggibili. Come ci ricorda Maurizio Burlando, responsabile del geoparco del Beigua e coordinatore nazionale dei geoparchi italiani, «un geoparco mette inoltre a disposizione una serie di supporti e servizi quali centri visite, punti informativi, percorsi tematici attrezzati, sentieri geologici,



ROBERTO GRECO

laureato in scienze naturali, insegna dal 2005. Nel 2010 ha terminato un dottorato di ricerca in didattica delle scienze della Terra all'Università di Modena e Reggio Emilia. Coordina le traduzioni in italiano delle Earth Learning Idea e la partecipazione del team italiano alle Olimpiadi internazionali di scienze della Terra. Rappresenta l'Italia nell'International Geoscience Education Organization.

materiali divulgativi e guide tascabili, per facilitare la comprensione dei fenomeni che hanno modellato il pianeta». E oltre ai tanti materiali, vi si possono trovare anche professionisti pronti ad accompagnare le scuole nella visita. Come la geologa Vajolet Masé del parco naturale Adamello Brenta, che da anni opera per l'educazione ambientale nelle scuole, in classe e sul campo. «In generale, i geoparchi hanno sviluppato le loro proposte didattiche in una logica di curriculum verticale, a partire dalla scuola primaria e solo di recente hanno avviato progetti per le scuole superiori, finora limitati dal poco spazio dedicato alle scienze della Terra», racconta Masé. «Con le nuove indicazioni ministeriali, ci aspettiamo che un maggior numero di insegnanti si lasci coinvolgere in progetti sul campo». ●

● Per proporre attività, progetti, riflessioni:
linxedizioni.it/contatti

RISORSE

1. R. Greco, *Idee per insegnare le scienze della Terra*, in "Linx Magazine" 2009, n.2 pp. 30-35.



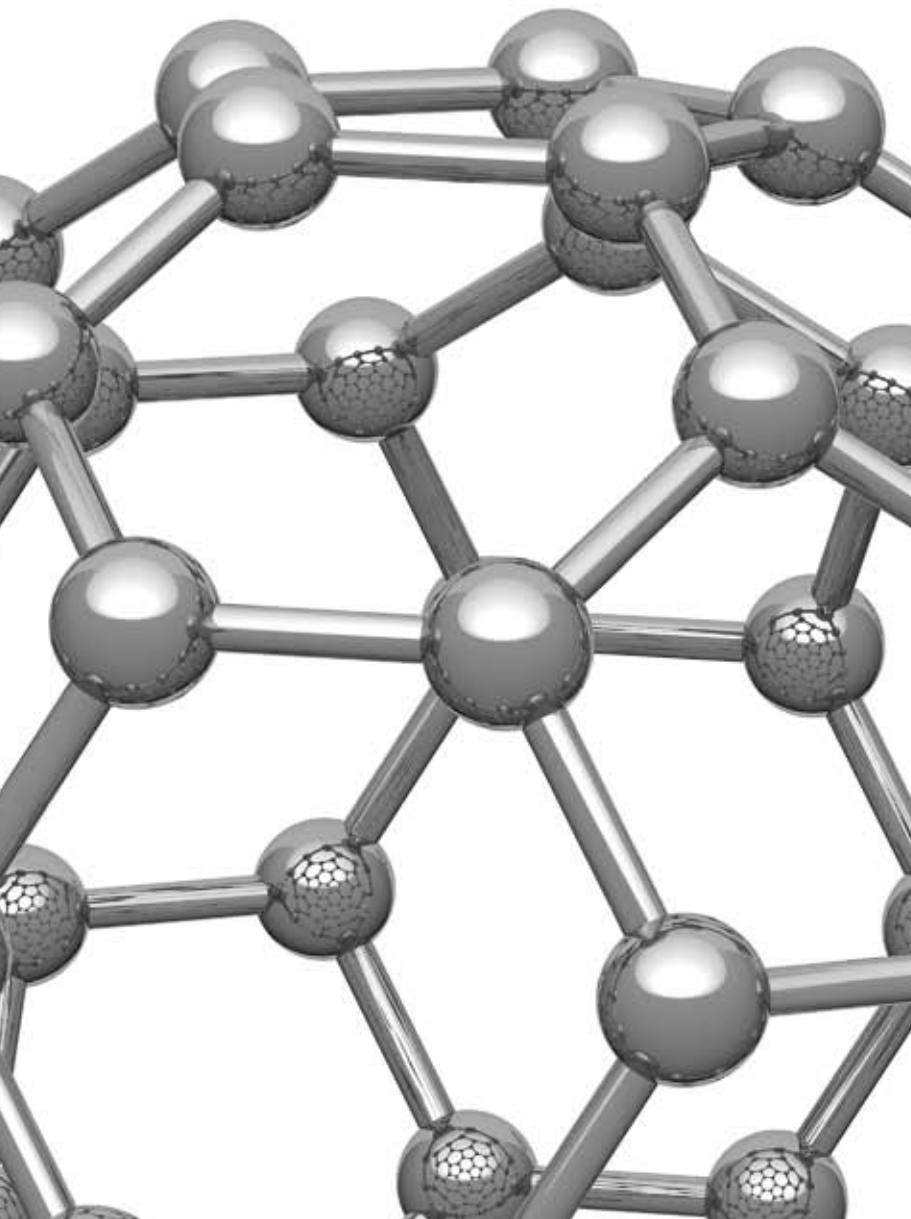


UN SACCO DI SPAZIO GIÙ IN FONDO

L'adesione al progetto europeo Nanoyou (Nano for Youth) permette di parlare di nanoscienza e nuove applicazioni delle nanotecnologie con un efficace approccio multidisciplinare.



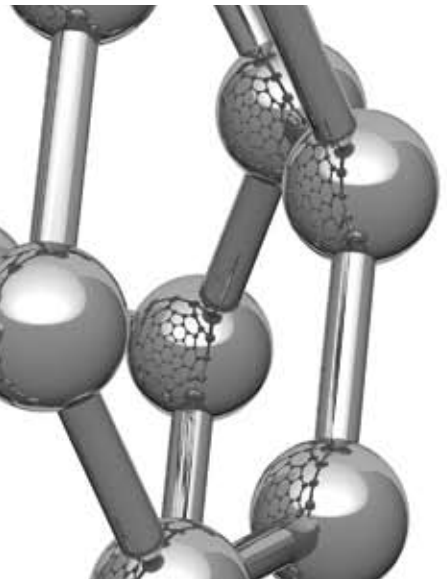
FIRENZA CONGEDO



Richard Feynman, il celebre fisico vincitore del premio Nobel nel 1965, può essere considerato il precursore delle nanotecnologie. Nel 1959, in occasione del famoso discorso *There's plenty of room at the bottom*, presentò l'intuizione che manipolando gli atomi si potessero costruire oggetti infinitamente piccoli. Egli inoltre spiegò come fosse possibile trascrivere i 24 volumi dell'Enciclopedia britannica sulla punta di uno spillo: «Suppose that, instead of trying to reproduce the pictures and all the information directly in its present form, we write only the information content in a code of dots and dashes, or something like that, to represent the various letters. Each letter represents six or seven "bits" of information; that is, you need only about six or seven dots or dashes for each letter. Now, instead of writing everything, as I did before, on the surface of the head of a pin, I am going to use the interior of the material as well [...] It turns out that all of the information that man has carefully accumulated in all the books in the world can be written in this form in a cube of material one two-hundredth of an inch wide, which is the barest piece of dust that can be made out by the human eye. So there is plenty of room at the bottom! Don't tell me about microfilm!».

Un approccio multidisciplinare, anche per la scuola

Quasi 30 anni più tardi, nel 1986, fu l'ingegnere statunitense Kim Eric Drexler a coniare il termine nanotecnologia, nel libro *Engines of creation: the Coming Era of Nanotechnologies* (disponibile online all'indirizzo http://e-drexler.com/d/06/00/EOC/EOC_Table_of_Contents.html oppure in italiano all'indirizzo www.estropico.com/id171.htm). Drexler la definisce così: «Una tecnologia a livello molecolare che ci potrà permettere di porre ogni atomo dove vogliamo che esso stia. Chiamiamo questa capacità nanotecnologia



perché funziona sulla scala del nanometro, un millesimo di metro».

Oggi le nanotecnologie sono entrate a pieno titolo in numerosi ambiti di ricerca e di sviluppo industriale, dalla salute alle telecomunicazioni, dall'ambiente all'energia, dai trasporti alla sicurezza, allo spazio. Le loro applicazioni costituiscono una promessa di nuovi vantaggi per la vita quotidiana dei cittadini, in settori che vanno dalla diagnostica medica alle produzioni tessili. Per definizione, dunque, si tratta di un campo di lavoro multidisciplinare, una caratteristica che può rivelarsi molto utile anche in ambito scolastico.

Percorsi didattici sulle nanotecnologie possono infatti essere applicati in diversi curricula, sia per presentare le frontiere della ricerca, sia per permettere ad alunni e docenti una riflessione sul bisogno di un utilizzo responsabile di queste tecnologie.

Nanoyou: nano per giovani

La Commissione europea promuove da diversi anni azioni di ricerca sulle nanotecnologie e, nel settimo Programma quadro, indica sicurezza e implicazioni sociali tra le priorità dei progetti concernenti questa nuova disciplina. In particolare, nell'ambito del programma viene finanziato Nanoyou (Nano for Youth), un progetto che si rivolge ai giovani fra gli

Percorsi didattici sulle nanotecnologie possono essere applicati in diversi curricula, sia per presentare le frontiere della ricerca sia per permettere una riflessione sul bisogno di un utilizzo responsabile di queste tecnologie

11 e i 25 anni con lo scopo di accrescere la conoscenza di base delle nanotecnologie e di permettere una riflessione e un dibattito sulle loro implicazioni etiche, legali e sociali. Il progetto è realizzato da un partenariato internazionale, coordinato dalla rete ORT Israel e di cui fanno parte European Schoolnet (una rete composta da 31 ministri dell'educazione e istruzione europei), l'Interdisciplinary Nanoscience Center dell'Università di Aarhus, il Nanoscience Centre dell'Università di Cambridge e La Cité de La Science di Parigi.

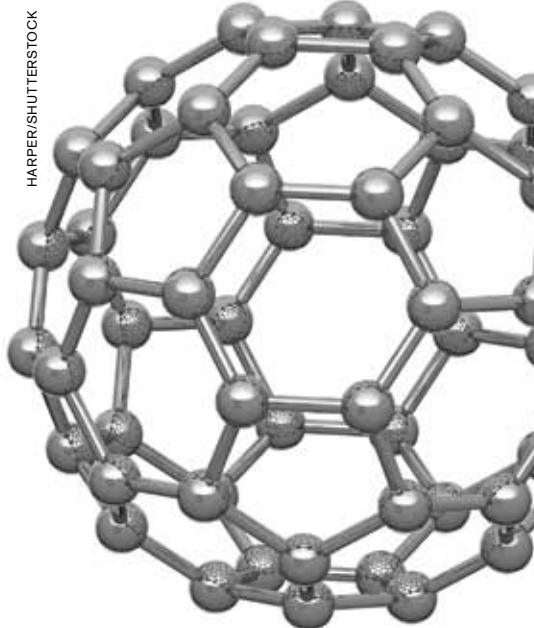
Un sito ricchissimo

Interlocutrice privilegiata di Nanoyou è dunque la scuola, a cui il progetto si presenta innanzitutto con un ricchissimo sito web (www.nanoyou.eu), con attività, giochi, dialoghi, video, simulazioni ed esperimenti virtuali, link che possono essere liberamente utilizzati da docenti e studenti. Di particolare utilità è il kit di formazione offerto agli insegnanti, costituito da due parti specifiche per alunni di diverse fasce di età.

La prima parte si riferisce ai concetti fondamentali riguardanti nanoscienze e nanotecnologie: introduzione generale, nanoscienza in natura, storia delle nanotecnologie, nano-effetti fondamentali, panoramica sui nanomateriali, metodi di caratterizzazione e di fabbricazione. La seconda parte riguarda le applicazioni: medicina e salute, ambiente, energia e tecnologie dell'informazione e della comunicazione. Inoltre, è a disposizione un modulo operativo con quattro esperimenti che ben esemplificano gli argomenti presenti nel kit di formazione, relativi a nanomateriali naturali, cristalli liquidi, nanosensori plasmonici d'oro e materiali superidrofobi.

L'adesione al progetto

Nell'anno scolastico 2009-2010 il mio istituto, l'Istituto Guglielmo Marconi di Verona, è stato selezionato come scuola pilota del progetto Nanoyou, insieme





M. LIUTIC

GENESI DI UNA FOTO

Nanoyou è anche concorsi. Per esempio quello fotografico indetto nel 2009/2010 e dedicato al tema *Il mio ambiente intelligente*. Ecco come l'ha immaginato lo studente M. Liutic, della classe 4Ai dell'Istituto Marconi di Verona, terzo classificato al concorso.

«L'intelligenza dell'ambiente in cui vivo io è, secondo me, il progresso delle tecnologie. Il tempo che una persona impiega per scattare una foto (non quello materiale, ma quello comprendente la riflessione sul messaggio da trasmettere, l'inquadratura e il successivo lavoro al computer) è il tempo che impiegherà una persona qualsiasi a interpretare il messaggio. Se per scattare una foto occorrono più di 5 minuti, quello scatto sarà un fallimento, non perché mal riuscito, ma perché incomprensibile, per niente istintivo. Così era necessario che, nel grande tema del progresso tecnologico, riflettessi su qualcosa di istintivo per tutti. E che cosa c'è di più ovvio di un piatto di spaghetti? Dall'idea di piatto passai poi a quella ancora più essenziale di forchettata. Se una persona qualsiasi vede una forchettata di spaghetti non si domanda che cosa sia. E se gli spaghetti non fossero spaghetti? Se fossero cavi elettrici, cavi USB per la precisione, che richiamano fortemente l'aspetto della pasta, ma allo stesso tempo ci convincono subito che quello che vediamo non sono spaghetti? Così ho deciso di fotografare una forchettata di cavi.

Il messaggio che voglio trasmettere è quello della tecnologia creata secondo i principi fondamentali dell'etica. La foto evidenzia che non necessariamente tutto quello che mangiamo è quello che crediamo di mangiare, come una forchettata di cavi elettrici può essere confusa con una di spaghetti.

La tecnologia ci porta infiniti vantaggi, ma non è tutto bello come appare. C'è un rischio in tutto questo, il rischio di non comprendere più il confine tra il mondo della tecnologia e quello umano, che spesso si incontrano ma non coincidono. Il rischio è di mangiare un boccone di cavi elettrici.

Le tecnologie devono essere sviluppate prima di tutto secondo un principio etico perché l'utilità non giustifica certe creazioni. Fuggire da questo rischio non è possibile, non ci sono soluzioni. La responsabilità è solo la nostra personale».

ad altre due scuole italiane e a 21 istituzioni europee di vari paesi. Le scuole pilota hanno diversi compiti: testare il materiale presente sul sito, partecipare a sondaggi sul programma, diffondere informazioni sul progetto ad altre scuole, prendere parte a incontri mensili online e dimostrare il proprio contributo effettivo attraverso la condivisione delle attività svolte.

In qualità di responsabile dei progetti europei, non appena ho visto sul sito di European Schoolnet la presentazione di questa possibilità ho proposto al mio istituto di inviare la candidatura come scuola pilota. Insegno inglese in un istituto tecnico industriale, in particolare nel corso di specializzazione in informatica: così, l'adesione al progetto Nanoyou mi è sembrata un'ottima occasione per introdurre gli studenti alle nanotecnologie e portarli a riflettere sui rapporti tra tecnologie dell'informazione e della comunicazione e applicazioni delle nanoscienze. La proposta è stata subito accolta, anche perché Nanoyou si inserisce a pieno titolo nella vasta attività di approfondimento che svolgiamo con i nostri alunni, sempre rispettando la tipicità dell'istituto. Ora il progetto che abbiamo svolto è visibile sul sito.

Un lavoro integrato

Il libro di testo di informatica in adozione nel nostro istituto propone un capitolo dedicato ai nuovi sviluppi delle tecnologie, introducendo argomenti come le nanotecnologie, l'intelligenza artificiale, la biometrica e la domotica. Con il tempo, però, ci siamo resi conto che le informazioni riportate non

sono sufficienti per la curiosità dimostrata dagli alunni nell'affrontare i singoli argomenti. Nanoyou, quindi, è stato fondamentale per riuscire ad approfondire in modo guidato un tema così vasto e specialistico quali sono le nanotecnologie. Il progetto è stato portato avanti in particolare con le classi quarte e quinte, che hanno potuto visionare i materiali sul sito, trovando interesse soprattutto nei documenti che potevano essere collegati al loro corso di specializzazione. Le classi coinvolte hanno lavorato al progetto nei laboratori di informatica e utilizzando la LIM, lavagna



FIORENZA CONGEDO

insegna inglese all'Istituto G. Marconi di Verona, dove si occupa anche della realizzazione di progetti formativi, regionali ed europei, con enti e istituzioni esterne. Responsabile di LEND Verona (Lingua e nuova didattica, associazione nazionale di insegnanti di lingua), coordinatrice nazionale IATET (International Association of Technical English Trainers), ambasciatrice eTwinning e già coordinatrice di progetti e concorsi internazionali, ha collaborato per varie attività con European Schoolnet. Si occupa inoltre di metodologia CLIL, dell'utilizzo di ambienti virtuali nella didattica delle lingue straniere e dell'integrazione dei progetti europei e delle nuove tecnologie nel curriculum.

interattiva multimediale. Per queste classi, inoltre, Nanoyou è stato integrato nella programmazione di inglese.

Gioco di associazioni

Nel corso dell'attività, gli alunni di quinta hanno anche utilizzato il materiale predisposto per il *Memory Game*. Si tratta di una rivisitazione del classico gioco in cui i giocatori devono associare coppie di carte che riportano figure uguali; in questo caso, invece, l'associazione riguarda un termine e la sua definizione corretta oppure un'immagine e una sua descrizione in termini nanotecnologici. Per esempio, la carta con il termine "Nanoscienza" dovrà essere associata a quella con la definizione "Studio dei fenomeni e della manipolazione dei materiali in scala atomica, molecolare e macromolecolare, dove le proprietà differiscono in maniera significativa da quelle della scala più ampia". La carta con l'immagine di un uomo che sta indossando una cravatta e il titolo "Tessuto" dovrà invece essere associata alla carta con la seguente definizione: "La nanotecnologia può essere usata per creare tessuti con performance di livello superiore senza con ciò compromettere l'aspetto, la sensazione al tatto o il comfort del tessuto. Per esempio, i nanomateriali possono essere aggiunti al tessuto per renderlo resistente alle macchie".

Questa attività è stata molto gradita dagli alunni, che hanno avuto la possibilità non solo di mettere

alla prova le proprie conoscenze ma anche di acquisirne di nuove. Inoltre, utilizzando il *Memory Game* in inglese, l'attività è stata svolta in lingua straniera e questo ha favorito sia la comprensione sia la produzione in L2.

Condivisione e riflessione

Il lavoro di approfondimento svolto con Nanoyou si è arricchito anche grazie all'utilizzo di un social network, con la creazione di un gruppo per condividere informazioni sulle nanotecnologie. Inoltre, l'attività è stata integrata in un progetto eTwinning, gemellaggio elettronico tra scuole europee.

Terminata questa prima fase, gli alunni hanno spiegato il proprio punto di vista sulle nanotecnologie con un documento di classe condiviso e alcuni studenti hanno inserito l'argomento nella stesura delle tesine per l'esame di stato. Va infine sottolineato che, strada facendo, non è mancata la possibilità di riflettere anche sugli aspetti etici, giuridici e sociali – *ELSA: Ethical, Legal and Social Aspects* – connessi all'utilizzo delle nanotecnologie: una riflessione in qualche modo collegabile a quella che normalmente viene avviata con studenti di un corso di specializzazione in informatica sulla sicurezza in Internet e i problemi che derivano da un utilizzo sbagliato della rete.

Il piacere della scoperta

Il progetto Nanoyou sarà proposto anche nel prossimo anno scolastico; personalmente desidero utilizzare i materiali disponibili con nuove classi e magari estendere il progetto a nuove collaborazioni a livello regionale, nazionale ed europeo.

Secondo Richard Feynman, la probabilità di intraprendere una carriera scientifica dipende in gran parte dalla capacità degli insegnanti, dei genitori e dei mezzi di comunicazione di massa di infondere il piacere di "scoprire le cose". Nanoyou mi ha dato un'occasione in più per stimolare il dialogo scientifico tra i miei alunni. Un dialogo dettato dalla normale curiosità dei giovani ad affrontare argomenti nuovi, ma anche dalla necessità di riflettere su quanto sia necessario essere responsabili nell'utilizzo corretto delle scoperte scientifiche. ➔

IL SITO IN BREVE

Il sito web di nanoyou (www.nanoyou.eu) è suddiviso in diverse sezioni. Ecco:

A proposito di Nano

Offre la possibilità di approfondire le proprie conoscenze grazie a diverse risorse quali video, presentazioni in power point, poster, immagini e collegamenti ad altri siti;

Nano lab È un vero laboratorio virtuale in cui gli alunni assumono il ruolo di ricercatori grazie al materiale messo a disposizione;

Nanodialogo

Comprende dialoghi virtuali, giochi di carte e memory game. Inoltre, sono presenti risorse provenienti da altri siti Internet;

Play nano! È la sezione dei giochi e dei puzzle. Molto interessante è la *Macchina del tempo*, che offre un'ulteriore opportunità di riflessione sui cambiamenti nel tempo dei bisogni umani e sulle soluzioni proposte dalle nanotecnologie;

Nano educatori

Presenta il kit di formazione per gli insegnanti, il programma della giornata-evento Nano, il blog degli insegnanti e l'elenco delle scuole pilota.

➔ Per proporre attività, progetti, riflessioni:
linxedizioni.it/contatti



SUL PALCO PER RECUPERARE MATEMATICA

Una settimana di *full immersion* teatrale, dalla scrittura del testo alla messa in scena, per stimolare l'interesse per la matematica e recuperare qualche contenuto carente: un esempio di *learning week* proposto dalla Regione Lombardia.



FRANCESCA E. MAGNI



LUCE IN SCENA: L'INCIPIT DELLO SPETTACOLO LA POMPA DELLA MORTE

Sul palcoscenico sono tracciati un triangolo e gli assi relativi a ogni lato, che convergono in un centro delimitando lo spazio in tre diverse zone.

Buio. Entrano i narratori, sullo sfondo viene proiettata l'immagine dei vibrioni del colera. Luce. Prologo dei narratori.

Migena Londra, 1853. Una nuova epidemia di colera si abbatte su Londra causando oltre 15000 morti. Vengono colpite soprattutto le persone che abitano le case povere situate al di sotto del livello del Tamigi, lungo le banchine del fiume.

Joyce La povera gente che abita in quei quartieri non cura l'igiene personale, c'è molta puzza e sporczia ovunque e con la piena l'acqua del Tamigi entra nelle case.

Migena L'infermiera Florence Nightingale sostiene la teoria dei miasmi. Nei quartieri poveri si producono effluvi che, inalati, causano la malattia. Per difendersi dal contagio bisogna coprirsi il capo con una cappa di tela, per non respirare i miasmi.

Joyce John Snow, medico e scienziato inglese dell'Ottocento, molto famoso per aver inventato una macchina per l'anestesia, crede invece che la causa sia un veleno che si introduce nell'organismo per via orale. Secondo lui bisogna effettuare un'indagine sulle abitudini alimentari e sull'acqua da bere.

Migena Quindi il dottor Snow si reca in tutte le abitazioni in cui si sono verificati i casi di colera e interroga i parenti degli ammalati sulla provenienza dell'acqua utilizzata in casa. Il dottore segna la posizione delle case degli ammalati e la posizione delle pompe pubbliche dell'acqua su una mappa.

Sullo sfondo viene proiettata l'immagine della mappa di Londra, circoscritta alla zona delle infezioni, intorno alla pompa di Broad Street.

Joyce Snow suddivide la mappa in zone con un diagramma che gli permette di stabilire che tutti i casi sono concentrati intorno alla pompa di Broad Street. Quindi si rafforza in lui la convinzione che il veicolo del contagio sia l'acqua di questa pompa.

Migena La teoria del dottore, nonostante fosse accompagnata da una ricca documentazione, non trovò molta considerazione, in quanto la causa della malattia, cioè il vibrione del colera, fu scoperta solo più tardi dal dottor Koch.

Escono i narratori.

Buio.

Se vi proponessero una settimana in Val d'Aosta per un laboratorio teatrale tutto speso, pensereste al primo premio di un concorso o a lezioni di recupero di matematica? Scommetto che avete sbagliato risposta: quella esatta è la seconda!

Stiamo parlando di *Non diamo i numeri*, esempio di successo di *learning week* matematica svoltasi a Valtournenche la prima settimana del febbraio scorso. Rivolta a ventidue studenti "deboli" in matematica provenienti da quattro scuole secondarie superiori di Milano e Provincia, l'iniziativa è stata promossa dalla Regione Lombardia in collaborazione con la società di formazione Entertraining. Gli studenti hanno scritto, musicato e messo in scena un testo ispirato a un tema matematico, sotto la guida teatrale di Maria Eugenia D'Aquino e Valentina Colorni – che già da anni curano i progetti *TeatroInMatematica*

e *ScienzaInScena* per l'associazione Pacta dei Teatri di Milano (<http://pacta.org>) – e con la consulenza scientifica di Tullia Norando, docente di analisi matematica e calcolo delle probabilità al Politecnico di Milano. Lorella Carimali, curatrice dell'intero progetto e docente di matematica al liceo scientifico Vittorio Veneto di Milano, dichiara: «L'idea-metodo (divertente, originale e innovativa) che ha consentito il successo di questa esperienza e il recupero delle carenze matematiche è stata quella di esplorare *teatralmente* equazioni, formule, teoremi che di solito "terrorizzano" gli studenti sui banchi di scuola. I ragazzi hanno imparato matematica attraverso il proprio corpo».

Punto di partenza: il consolidamento
«La tipologia di *learning week* proposta a Valtournenche nasce come settimana di recupero delle carenze in matematica, sotto i tre diversi aspetti del recupero:

motivazionale, cognitivo e contenutistico», sottolinea Lucia Mazzucca, business development manager di Entertraining. La sperimentazione insiste quindi sul *consolidamento*, inteso come sostegno dello studente proprio nello specifico delle materie curriculari nelle quali trova maggiore difficoltà. Per quanto riguarda il recupero motivazionale, si tratta di risvegliare, stimolare e sostenere il bisogno di conoscere e di comprendere che è innato nei ragazzi, ma che spesso viene trascurato impedendone, così, l'espressione. «Gli alunni sono motivati da situazioni che li stimolano a partecipare personalmente e direttamente all'apprendimento e che permettono loro di esercitare una scelta personale e un controllo attivo in base alle loro capacità e alle richieste del compito», precisano gli ideatori del progetto. «In particolare, la motivazione degli alunni viene stimolata se essi percepiscono che le attività

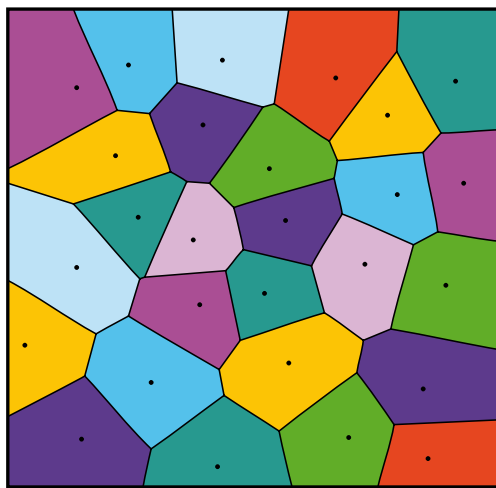


FRANCESCA E. MAGNI

laureata in fisica, insegnante e pubblicista. Ha collaborato e collabora con riviste di comunicazione della scienza sia cartacee sia online. Cura il blog *Lineediscienza* <http://lineediscienza.linxedizioni.it>

DIVIDERE LO SPAZIO

Nel caso di un piano, il diagramma di Voronoi, dal nome del matematico russo Georgii Fedoseevich Voronoi, consiste in una decomposizione del piano stesso in "regioni" poligonali, che traggono origine da altrettanti punti P detti principali. Precisamente: si scelga un numero finito di punti P del piano e



si chiami S il loro insieme. Per ogni punto P appartenente a S si definisce una regione poligonale V come l'insieme dei punti del piano che sono più vicini a P che a ogni altro punto di S. Si ottiene così un numero finito di regioni V, una per ogni punto principale di S, la cui unione copre tutto il piano: la decomposizione del piano così ottenuta si dice appunto diagramma di Voronoi del piano, relativo all'insieme S.

Nel 1854, il medico britannico John Snow utilizzò un diagramma di Voronoi per illustrare come la maggioranza delle persone morte nell'epidemia di colera a Soho viveva più vicino a una delle pompe infette di Broad Street che a ogni altra pompa d'acqua.

didattiche proposte sono legate a esigenze, interessi, obiettivi personali e alla realtà che essi vivono e presentano livelli di difficoltà adeguati, tali da consentire loro di affrontarle con successo».

Dal punto di vista del recupero cognitivo, la matematica viene presentata come attività del pensiero: imparare matematica significa apprendere a pensare, cioè sviluppare le capacità di intuire, progettare, ipotizzare, dedurre e verificare per poi ordinare, quantificare e misurare fatti e fenomeni della realtà.

Non solo motivazione

Per motivare allo studio della matematica e delle materie scientifiche in generale, gli obiettivi principali sui quali ha puntato la learning week valdostana sono stati tre: incoraggiare un approccio creativo e trasversale allo studio della disciplina; aiutare a scoprire il fascino della ricerca e della scoperta, e l'importanza della fantasia e della creatività in ambito matematico; mostrare il volto della *matematica che seduce e appassiona*, portando alla luce quella bellezza spesso ritenuta solo per "pochi eletti", mentre basta avere la voglia di scoprirla per esserne conquistati.

Quella motivazionale, tuttavia, non è stata l'unica finalità dichiarata del

progetto. Ovviamente, si trattava anche di portare i ragazzi a conoscere in modo approfondito e originale un argomento matematico, a collaborare all'interno di un gruppo per la realizzazione di un progetto condiviso, ad acquisire e utilizzare alcune tecniche fondamentali di scrittura teatrale e regia, dallo sviluppo di un canovaccio drammatico, alla divisione in scene, alla creazione dei dialoghi. Il tutto puntando a valorizzare diversi stili di apprendimento e a riflettere sul concetto di cultura "in genere", per favorire l'incontro tra la cultura umanistico-storico-letteraria e quella scientifico-matematica.

I fondamentali metodologici del progetto si sono basati su cinque parole d'ordine: elementarità, interdisciplinarietà, creatività, innovazione, alta formazione.

Teatranti a tutto tondo

Il percorso teatrale della learning week *Non diamo i numeri* si è articolato in diverse tappe, che hanno portato alla rappresentazione di uno spettacolo intitolato *La pompa della morte*. Il lavoro si è ispirato alla storia del medico inglese John Snow (1813-1858) che, applicando alla sua ricerca scientifica il metodo matematico dei cosiddetti diagrammi di Voronoi, giunse a fondamentali conclusioni riguardo alla diffusione del

colera nella Londra dell'Ottocento. Gli studenti, opportunamente guidati dagli esperti del teatro, hanno scritto e interpretato il testo e si sono occupati di tutti gli aspetti che ruotano intorno alla produzione teatrale.

Dopo la presentazione ai ragazzi della vicenda e dei suoi collegamenti matematici, a ognuno è stata assegnata almeno una mansione all'interno del percorso di teatralizzazione, in modo che venissero ricoperti tutti i ruoli necessari: drammaturghi, interpreti, scenografi, costumisti, *light designer*, fonici. La scelta è avvenuta assecondando i desideri e la predisposizione di ciascuno a ricoprire determinati ruoli.

Durante tutte le giornate di lavoro, gli studenti sono stati coinvolti in un "training di riscaldamento" per prendere confidenza con lo spazio scenico e con il proprio potenziale espressivo: sono stati proposti vari esercizi "teatrali" come la ricerca di gesti, suoni, livelli di tensione del corpo, diversi da quelli quotidiani, oltre a un primo approccio alle tecniche base di interpretazione, scrittura, scenografia, illuminotecnica, sonorizzazione. Nei primi quattro giorni tutti si sono occupati di costruire le scene; il quinto si è lavorato per approntare il copione definitivo e la locandina e per assemblare le



IN RETE!

Diagrammi di Voronoi Pagina di approfondimento sul tema, con elenco di link utili, dal sito web Matematic@mente. <http://lanostramatematica.splinder.com/post/21155023>



↑ **Un momento della learning week *Non diamo i numeri*, con la rappresentazione dello spettacolo *La pompa della morte*.**

SETTIMANE PER IMPARARE

L'iniziativa *learning week* è un progetto pilota a cura della Direzione generale istruzione, formazione e lavoro della Regione Lombardia, nato con l'obiettivo di favorire la realizzazione di percorsi formativi a elevata componente innovativa per il rafforzamento delle conoscenze, delle abilità e delle competenze dei giovani residenti in Lombardia. Il progetto, dedicato in particolare al triennio della scuola secondaria superiore, prevede la realizzazione di corsi intensivi, al di

fuori delle normali attività scolastiche, dedicati a uno o più ambiti disciplinari e culturali. In pratica vere e proprie settimane di studio, di acquisizione di esperienze, di relazioni, in modalità *full immersion*, organizzate dalle scuole insieme a enti di formazione ed esperti esterni.

www.learningweek.it

scenografie, definire le luci e la fonica. Il sesto giorno, infine, è avvenuta la rappresentazione, aperta a tutta la cittadinanza.

Al recupero contenutistico specifico degli argomenti di matematica del primo quadrimestre, i docenti hanno dedicato due ore al termine della seconda, terza e quarta giornata; anche in questi momenti, però, si è rispettata la metodologia di recupero cognitivo della learning week. La materia è stata affrontata come forma di pensiero e non mera applicazione di procedure standard.

Dove si incontrano teatro e matematica

«Nel corso di tutte le tappe del lavoro abbiamo esplorato concretamente con gli studenti alcune analogie tra il linguaggio matematico e quello della scena», racconta Maria Eugenia D'Aquino. «Per esempio: la matematica tende all'astrazione, processo creativo nel quale si accantonano le informazioni che non servono alla risoluzione di un dato problema, mentre si evidenziano esclusivamente le informazioni utili. Il teatro mette in atto un procedimento simile: astrae dal reale gli aspetti che servono alla rappresentazione di una situazione, mentre traslascia di portare

sulla scena quelli non necessari. E ancora: il rigore scientifico di una dimostrazione matematica, che deve tenere conto di condizioni necessarie e sufficienti e di una combinazione di imprevedibilità, inevitabilità, economia, profondità, universalità e bellezza di esecuzione, trova il suo corrispettivo nel processo creativo che sta alla base del gioco del teatro. Vedi per esempio la complessa architettura di un'operazione drammaturgica o di costruzione di un personaggio (oltre che delle tecniche di interpretazione del medesimo), o i principi fondamentali dell'illuminotecnica». Infine, sia nell'apprendimento del linguaggio teatrale sia in quello delle materie scientifiche occorre mettere in campo atteggiamenti e capacità molto simili. «In entrambi i casi servono capacità di osservazione, ascolto e concentrazione; curiosità e stupore; disponibilità a mettersi in gioco al 100% e a confrontarsi con i propri limiti, accettandoli e cercando di superarli nella consapevolezza che non costituiscono un ostacolo bensì un'occasione di crescita; accettazione della ripetitività, abitudine a considerare ciascun dettaglio come parte di un contesto più ampio; allenamento a un lavoro di équipe; predisposizione a indagare il mistero».

E ora che è finita...

I docenti, tutti di matematica, che hanno collaborato al progetto teatrale – Patrizia Luvoni e Giuliana Grazzini (Ipsst D. Marignoni – M. Polo di Milano), Marcello Panzera (liceo artistico C. Dell'Acqua di Legnano), Gabriella Somavilla (liceo scientifico tecnologico E. Molinari di Milano) e Lorella Carimali – hanno espresso pareri positivi, insieme ai loro studenti. In particolare, Marcello Panzera dichiara: «L'esperienza vissuta a Valtournenche è stata molto costruttiva per discenti e insegnanti, perché ha mostrato un modo diverso di fare coeducazione e didattica. Sebbene io sperimenti quotidianamente strategie didattiche alternative, devo riconoscere che ho imparato davvero tanto. L'attività svolta è stata molto efficace in quanto il rigore del teatro (vissuto dai ragazzi in maniera attiva) ben si sposa con quello della matematica. E questo, sono certo, avrà una ricaduta positiva nel tempo». Anzi: qualche buona ricaduta si è vista fin da subito, nelle parole di uno degli studenti partecipanti: «Grazie a quest'esperienza, adesso, quando guardo il mio prof. di matematica non ho più paura». ☺

📌 Per proporre attività, progetti, riflessioni: linxedizioni.it/contatti

Selezione naturale: niente estremi per favore

Le dispute sulla selezione naturale hanno radici profonde e non accennano a diminuire, come insegna il caso del libro *Gli errori di Darwin*. E la corretta comprensione dell'evoluzione ne risente.



MARCO FERRAGUTI



📍 Rosso o verde? Il polimorfismo di colore di questi afidi dipende dal trasferimento orizzontale di un gene da un fungo a un loro antenato: un meccanismo evolutivo che ha accompagnato quello di selezione naturale.



La selezione naturale non può essere negata, archiviata: c'è, ed è inevitabile. In determinate circostanze, però, il suo "peso" come fattore dell'evoluzione è soverchiato da quello di altri fattori

Ho qui davanti a me sul tavolo due libri recenti che parlano di evoluzione. In uno leggo: «Dal fatto che esistano spiegazioni adattamentiste che spingono alla credenza razionale, non ne segue che esistano leggi dell'adattamento. E se non ci sono leggi dell'adattamento, non c'è modo (per quanto se ne sappia) di costruire una nozione di selezione che non sia semplicemente vuota» (M. Piattelli Palmarini e J. Fodor, *Gli errori di Darwin*) [1]. Nell'altro: «La seconda legge fondamentale della biologia è che tutti i processi biologici e tutte le differenze tra le specie sono frutto della selezione naturale» (E.O. Wilson, *La creazione*) [2]. Immagino le reazioni (diverse, ma tutte pessime) che può avere un lettore anche colto che si trovi di fronte al lavoro di persone di un certo rilievo che parlano della medesima cosa (la selezione naturale), nello stesso periodo storico (più o meno ora), lavoro peraltro basato sulle medesime evidenze scientifiche (raccolte nell'ambito della ricerca evoluzionistica), e traggono conseguenze opposte. Vorrei provare a spiegare perché, secondo me, è anche per colpa di estremizzazioni del genere che molti, anche di ambito scientifico, arricciano il naso di fronte alla biologia evoluzionistica.

Giornali contro l'evoluzione

Il libro di Piattelli Palmarini e Fodor è una discussione contro la selezione naturale come principale agente dell'evoluzione. Gli autori partono da una ormai vecchia polemica contro l'adattamentismo (l'abuso di spiegazioni basate sulla selezione a giustificare ogni carattere), suscitata da Stephen Jay Gould e Richard Lewontin [3], per poi elencare, da un lato, i meccanismi "alternativi" venuti alla luce

negli ultimi anni e, dall'altro, alcuni vizi logici presenti – a loro dire – in quello della selezione. Il libro inizia con una dichiarazione di fede nell'ateismo e nella laicità; tuttavia la sua pubblicazione ha, naturalmente, scatenato gli antievoluzionisti di ogni genere, dai creazionisti nudi e puri [4], all'ineffabile vicepresidente del Consiglio nazionale delle ricerche (CNR) Roberto de Mattei, storico del cristianesimo che si ostina a parlare di evoluzione (e organizzatore, a febbraio 2009, di un convegno dall'eloquente titolo *Evoluzionismo: il tramonto di un'ipotesi*), agli atei devoti del quotidiano "Il Foglio", agli intellettuali di destra alla Marcello Veneziani. Dopo l'uscita del libro è stato tutto un coro di *La sintesi neodarwiniana ha fatto il suo tempo, Gli evoluzionisti credono di essere Dio* (sic!), *Ciao Darwin. Perché la selezione naturale non spiega nemmeno l'evoluzione* (i rimandi televisivi fan sempre premio nella "cultura" del nostro paese!), fino a una simpatica *Mappa dei pasdaran evoluzionisti (più i laicisti del Sole e gli ecclesiastici)*, articolo del "Foglio" nel quale si indica l'Università Vita-Salute del San Raffaele di Milano come sede della cosiddetta chiesa neodarwinista. Le voci di scienziati e naturalisti di vaglia che si sono levate da più parti a recensire negativamente il libro di Piattelli Palmarini e Fodor sono state ovviamente bollate, dagli stessi giornali, di intolleranza.

Prime critiche dalla geologia...

In realtà le polemiche sulla selezione naturale non sono certo una novità. Le persone che frequentano quotidianamente il mondo dell'evoluzione e dell'evoluzionismo sono – ahimè – familiari con le discussioni sul tema. Mario di Gregorio, storico della biologia

all'Università dell'Aquila, suole dire che «ciò che è accaduto dopo Darwin è soltanto una continua discussione sulla selezione naturale». Mi pare che una posizione del genere sia un po' estremista, ma c'è del vero. D'altra parte Darwin stesso, in una lettera a Thomas Henry Huxley del 21 settembre 1871, scriveva: «Sarà una lunga battaglia, dopo che saremo morti e sepolti [...]. Grande è il potere del travisamento».

La storia della ricezione della teoria della selezione naturale è lunga e complessa. Alcune reazioni furono e sono dovute a cause per così dire "ideologiche": la selezione naturale apparve fin da subito come un *meccanismo* in grado di spiegare molti eventi del mondo dei viventi senza bisogno di chiamare in causa alcuna finalità, come già notò Darwin nell'*Autobiografia*. Le reazioni negative che la sua teoria raccolse all'inizio da parte di alcuni esponenti del mondo scientifico furono invece legate essenzialmente alla lentezza dei tempi dell'evoluzione. Se la Terra, come dimostrò (con gli strumenti disponibili intorno al 1860) William Thomson (Lord Kelvin), aveva poche decine di milioni di anni, allora era impossibile che l'accumulo di piccole variazioni guidato dalla selezione naturale – processo per definizione assai lento – potesse essere il maggior responsabile dell'evoluzione.

... e dalla genetica

Una critica del genere fu fatta propria dalla nascente genetica che inaugurò, con la scoperta delle "mutazioni" (in realtà delle mutazioni cromosomiche, cambiamenti genetici clamorosi, tremendamente poco "darwiniani"!) e la riscoperta delle leggi di Mendel, un periodo che fu poi chiamato "eclissi del darwinismo".

Il sapore di quel tempo si ritrova nelle parole di uno dei padri della genetica, Thomas Hunt Morgan, che scriveva nel 1932: «Come ho spiegato, il tipo di variabilità sulla quale Darwin ha basato la sua teoria della selezione naturale non può più essere usato come sostegno di essa, in primo luogo perché, essendo le variazioni fluttuanti dovute a effetti ambientali, è noto che non sono ereditarie, e in secondo luogo, perché la selezione delle differenze fra individui causate dalle varianti genetiche già esistenti, mentre cambierà il numero degli individui di un certo tipo, non introdurrà nulla di nuovo:



➔ **Rappresentazione della continua espansione della teoria dell'evoluzione in termini di idee, fenomeni e campi d'indagine. La sintesi estesa rappresenta la necessità, oggi sostenuta da molti, di "estendere" la sintesi moderna con l'incorporazione dei portati di nuove discipline. Tratta da: M. Pigliucci, *An Extended Synthesis for Evolutionary Biology*, "Ann. N.Y. Acad. Sci.", 2009, 1168, pp. 218–228.**

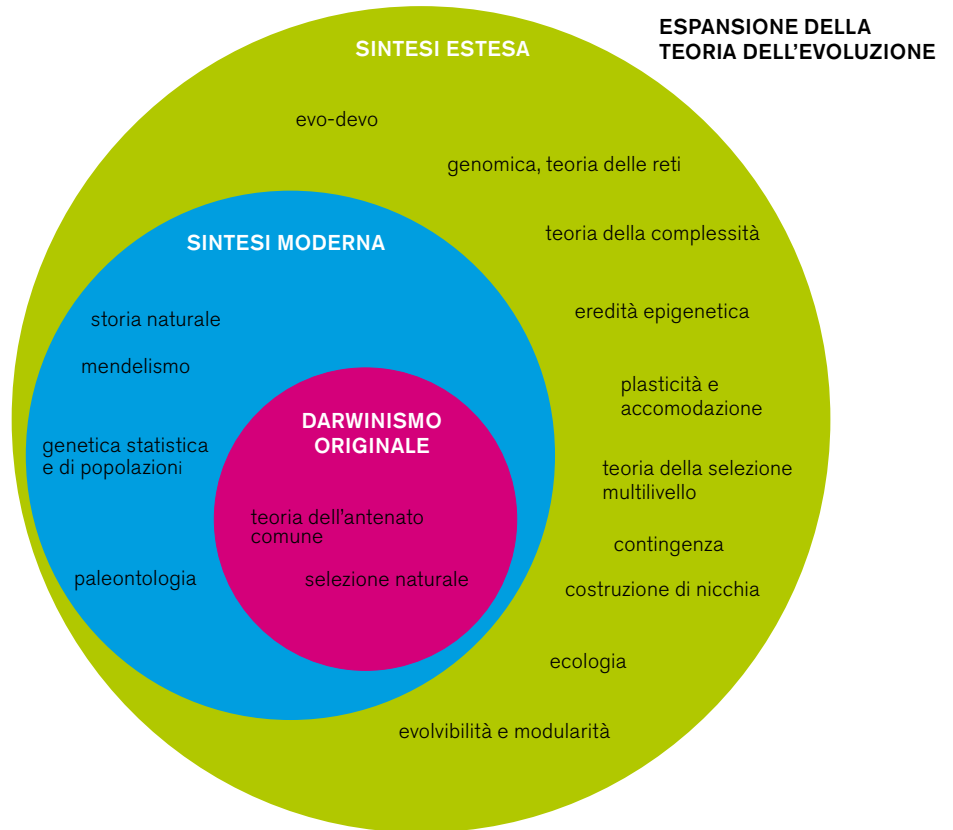
l'essenza del processo evolutivo è la comparsa di nuovi caratteri» [5].

Nuovi impulsi alla ricerca con la sintesi moderna

È noto che tale periodo "critico" finì con la laboriosa costruzione della cosiddetta *nuova sintesi* o *sintesi moderna* tra la fine degli anni trenta e quella degli anni quaranta del Novecento, uno di quei magici momenti della storia della scienza nei quali si ha l'idea che la comunità scientifica, tutta assieme, stia costruendo un nuovo paradigma.

Con un meccanismo complesso, del quale sarebbe troppo lungo spiegare i dettagli, una parte del pensiero darwiniano (quella riguardante, nelle parole di Darwin, «effetti complessivi di numerose, lievi variazioni accumulate durante un numero quasi infinito di generazioni» [6]) fu riportata in auge e il meccanismo dell'evoluzione fu riformulato come "mutazioni + selezione naturale".

La ricerca attorno alla selezione naturale e ai suoi effetti, studiati sia in



natura sia in laboratorio, da allora non è più cessata, e ogni giorno escono nuovi dati: Mark Pagel scrive in una rassegna che al novembre 2008, 14 232 articoli schedati nella maggiore banca dati scientifica del mondo (la banca dati ISI) presentavano l'espressione "selezione naturale" nel titolo, nel riassunto o come parola chiave [7]. Una piccola ricerca sulla stessa fonte può mostrare che il numero di riferimenti alla selezione è in continuo aumento.

Ancora divergenze

Dopo il "magico" periodo della sintesi moderna, tuttavia, le strade degli evolucionisti – una comunità scientifica singolarmente litigiosa – hanno ricominciato a divergere, e le maggiori discordie sono sempre state attorno al peso da attribuire alla selezione naturale. Se pochissimi (sto parlando di specialisti nell'ambito delle discipline biologico-naturalistiche) negano la sua efficacia, ricerche nei campi più diversi – dall'epigenetica (cambiamenti nei caratteri o nell'espressione dei geni causati da meccanismi diversi dal cambiamento del DNA) all'evo-devo (disciplina che confronta i processi di sviluppo negli animali e nelle piante alla ricerca delle similitudini e delle parentele dei meccanismi dello sviluppo), dall'assimilazione genetica (processo per il quale caratteri variabili che apparivano originariamente "acquisiti" divengono caratteri ereditabili) all'ecologia, dalla selezione sessuale al trasferimento orizzontale di geni – hanno messo in luce meccanismi nuovi, che si affiancano alla selezione naturale, a volte stravolgendone o mascherandone l'azione. Ciò non significa, però, dire che la selezione naturale possa essere cancellata.

IN RETE!

Pikaia Il primo portale italiano dedicato interamente agli studi evolucionistici. Contiene articoli, recensioni e segnalazioni aggiornate di eventi su temi collegati alla teoria dell'evoluzione. www.pikaia.eu

The Complete Work of Charles Darwin Online Archivio completo delle opere originali di Charles Darwin liberamente disponibile online. <http://darwin-online.org.uk>

Numerosi testi di Darwin sono disponibili anche in italiano al sito web www.liberliber.it/biblioteca/d/darwin/index.htm

Quasi un'enciclopedia Ricco sito web curato da Daniele Formenti, docente di antropologia all'Università di Pavia. Forse non è semplicissimo da navigare, ma costituisce una vera miniera di segnalazioni, approfondimenti, link e rassegne stampa in tema di evoluzione (e antiantievoluzionismo). <http://www-3.unipv.it/webbio/evol07/rassdarw10.htm>





Scrivere il biologo Francisco Ayala: «Oggi il termine “sintetica” è spesso omesso [dall’espressione “teoria sintetica” NDR] e le conoscenze del settore vanno sotto il nome di *teoria dell’evoluzione*. Quest’ultima è ancora in via di espansione, esattamente come quelle costellazioni di società finanziarie che sono cresciute attorno a un’impresa originale e che continuano a incorporare nuove imprese vantaggiose e a scartare quelle che non rendono» [8].

Geni in transito e altri meccanismi evolutivi

Vorrei fornire due esempi di questo stile dell’evoluzionismo. Il primo: nell’aprile 2010, Nancy Moran e Tyler Jarvik, dell’Università dell’Arizona a Tucson, hanno descritto sulla rivista “Science” un nuovo caso di trasferimento orizzontale di geni (Horizontal Gene Transfer, HGT) tra specie molto distanti tra loro, con un meccanismo tutt’ora ignoto [9]. Geni per la biosintesi dei carotenoidi (sostanze responsabili dei colori brillanti di molti animali, e che gli animali non sono in grado di sintetizzare) sono stati trasferiti – chissà come, chissà quando – da un fungo ad afidi. Dunque un meccanismo di cambiamento genetico ben diverso da quelli tradizionalmente riconosciuti. Gli afidi studiati mostrano un polimorfismo rosso-verde della colorazione e gli autori mostrano che ciò è dovuto a una mutazione apparsa presumibilmente *dopo* che i geni furono trasferiti! Dunque abbiamo un meccanismo “nuovo” (HGT) seguito da uno “tradizionale” (la mutazione) e accompagnato da selezione naturale nella sua forma divergente, cioè quella che premia le forme estreme di un carattere: le coccinelle, infatti, naturali predatori di quegli animali, predano più volentieri gli afidi rossi, mentre le vespe parassitoidi infestano quelli verdi [10].

Dai mitocondri al nucleo

La simbiosi è pure un meccanismo che sembra sfuggire al modello più canonico dei piccoli cambiamenti genetici vagliati poi dalla selezione naturale. Tuttavia, consideriamo il caso più estremo e affascinante di simbiosi: la simbiosi endocellulare permanente, attraverso la quale sono probabilmente nati nuovi organuli con funzioni complesse, come i mitocondri o i cloroplasti. Questo tipo di simbiosi è definita *simbiogenesi* dalla biologa Lynn Margulis [11] e viene da lei presentata come un meccanismo

rivoluzionario. È facile pensare, tuttavia, che i microrganismi, una volta ospitati nella cellula, avranno dovuto “adattare” i loro processi vitali a quelli dell’ospite: oggi sappiamo che la larghissima maggioranza degli enzimi necessari al funzionamento, per esempio, dei mitocondri, sono sintetizzati a partire da geni ospitati nel nucleo delle cellule che li ospitano. Così, è altrettanto facile immaginare un lunghissimo lavoro di trasferimento dei geni dal genoma del microrganismo a quello dei nuclei: un lavoro certamente sottoposto passo dopo passo al vaglio della selezione.

La selezione c’è, ma non è tutto

Quello che sto cercando di dire è che, piaccia o no a certi critici, la selezione naturale non può essere negata, archiviata. Al contrario c’è, ed è inevitabile. Certo è vero però che, se si potesse “pesare” la sua importanza come fattore dell’evoluzione in determinate circostanze, il suo peso sarebbe soverchiato da quello di altri fattori. Vorrei trasmettervi una metafora che uso per cercare di spiegare ai ragazzi come agisce la selezione naturale: quella delle contrattazioni di borsa. Si sa che il prezzo delle azioni trattate sul mercato è determinato dalla legge della domanda e dell’offerta. Immaginiamo che io mi presenti su una piazza di mercato dicendo: «Vendo 1000 azioni Fiat a tot Euro» e che qualcuno alzi la mano rispondendo «va bene, le compro io». Ora attenti alla domanda: *È la legge della domanda e dell’offerta che determina il valore delle azioni in borsa?* Chiaro che, posta in questi termini, la risposta è positiva. Ma se la domanda fosse invece: *È la legge della domanda e dell’offerta la sola responsabile della quotazione delle azioni in Borsa?* noi ci metteremmo a ridere. Tutti sanno che una quantità di agenti esterni – previsioni sull’andamento del mercato, paura degli attentati, speculazioni che nulla hanno a che vedere con l’andamento delle aziende e così via – influiscono sul prezzo delle azioni. Riassumendo: la selezione naturale c’è e funziona, ma non è onnipotente, non lo pensa nessun ricercatore serio fin dal lontano passato. Come diceva William Bateson: «Lo scopo della selezione naturale è strettamente limitato dalle leggi della variazione. Quanto precise e specifiche siano tali leggi, noi stiamo solo iniziando a capire» [12]. ●

RISORSE

1. M. Piattelli Palmarini e J. Fodor, *Gli errori di Darwin*, Feltrinelli, Milano 2010, p. 188.
2. E.O. Wilson, *La creazione*, Adelphi, Milano 2008, p. 135.
3. S.J. Gould e R. C. Lewontin, *I pennacchi di san Marco e il paradigma di Pangloss*. www.scribd.com/doc/6545546/Stephen-Jay-Gould-I-Pennacchi-Di-San-Marco
4. F. Fratus, *Gli evoluzionisti cadono in errore*. www.creazionismo.org
5. T.H. Morgan, *The Scientific basis of Evolution*, W.H. Norton, New York 1932.
6. C. Darwin, (trad. di G. Pancaldi), *L’origine delle specie*, BUR, Milano 2009, p. 509.
7. M. Pagel, *Natural selection 150 years on*, “Nature”, 2009, 457, pp. 808-811.
8. F.J. Ayala, *Genetics and the origin of species: an introduction*, “Proceedings of the Natural Academy of Sciences”, 1997, 94, pp. 7691-7697.
9. N.A. Moran e T. Jarvik, *Lateral Transfer of Genes from Fungi Underlies Carotenoid Production in Aphids*, “Science”, 2010, 328, pp. 624-627.
10. M. Ferraguti, *Gli animali sono incapaci di sintetizzare i carotenoidi*, in “Pikaia. Il portale dell’evoluzione”. www.pikaia.eu/easyne2/LYT.aspx?Code=Pikaia&IDLYT=425&SQL=ID_Documento?5342
11. www.biology.iupui.edu/biocourses/N100/2k2endosymb.html
12. W. Bateson, *Mendel’s principles of heredity*, Cambridge University Press, 1909, p. 286.



MARCO FERRAGUTI

è professore ordinario di evoluzione biologica all’Università statale di Milano e, dal 2008, presidente della SIBE, Società italiana di biologia evoluzionistica. La sua attività di ricerca si è concentrata soprattutto sulla biologia della riproduzione di invertebrati. Si occupa inoltre di sistematica filogenetica dei tubificidi, anche con metodi molecolari. Le citazioni riportate nell’articolo sono presenti sul suo sito: <http://users.unimi.it/~ferragu/storia.htm>.

Per una didattica che parta dalle competenze

Lo dice la ricerca: la didattica basata sui problemi e sull'indagine aiuta i ragazzi a ottenere una migliore comprensione del metodo scientifico. Ecco una breve guida di metodo per pianificare l'attività annuale in questa direzione.



FRANCO PIRRAMI

A partire dall'anno scolastico 2010/2011, i nuovi ordinamenti previsti dal riordino del secondo ciclo di istruzione [1] e le norme riguardanti la certificazione da consegnare al termine dell'obbligo scolastico [2] richiedono ai docenti di impostare il lavoro partendo da obiettivi di apprendimento definiti in termini di competenze. Diversi rapporti internazionali [3, 4] invitano ad adottare una didattica basata sui problemi e sull'indagine (inquiry-based science education) [5, 6] al fine di permettere agli studenti di raggiungere una reale comprensione del metodo scientifico o, meglio sarebbe dire, della "strategia della ricerca scientifica" [7]. Sebbene ci siano scuole in cui si lavora secondo questa impostazione, i risultati dei test OCSE PISA indicano quanto ancora siamo lontani, a livello nazionale, dal dare priorità all'acquisizione di competenze [8].

In questo articolo vengono riportati alcuni suggerimenti che possono essere utili ai docenti nel fondamentale momento della stesura del programmazione di inizio anno.

Il contesto in cui ci dovremo muovere, a causa di una diminuzione delle ore dedicate alle scienze in gran parte degli indirizzi della scuola secondaria "riordinata", non facilita affatto una didattica laboratoriale basata sull'inquiry e indirizzata all'acquisizione di competenze. Inoltre, le indicazioni nazionali per i licei e le linee guida per gli istituti tecnici e

professionali non sono certo strutturate in maniera da portare i docenti a programmare, lavorare e verificare per competenze. Al contrario tendono, piuttosto, a privilegiare e a far consolidare un'impostazione basata prioritariamente sui contenuti [9]. Ciò, oltre a non andare nella direzione auspicata nelle nuove norme, risulta anche un passo indietro rispetto a quanto si poteva leggere negli obiettivi di apprendimento di discipline innovative già in essere da parecchi anni, quali laboratorio di fisica e chimica, scienza

1 Finalità: saper utilizzare modelli appropriati per investigare su fenomeni e oggetti; porsi con atteggiamento razionale e critico di fronte alla realtà, alle informazioni e alle loro fonti; riconoscere i criteri scientifici di affidabilità delle conoscenze.

ABILITÀ DA SVILUPPARE

- identificare in fenomeni e oggetti osservati ciò che cambia e ciò che rimane costante;
- distinguere l'informazione qualitativa da quella quantitativa e saper individuare quando è opportuno o possibile utilizzare l'una piuttosto che l'altra o entrambe;
- porre domande significative e scegliere quelle più idonee da investigare;
- formulare ipotesi;
- progettare procedure sperimentali da eseguire in laboratorio;
- progettare semplici ricerche sperimentali;
- identificare i dati da rilevare per indagare su fenomeni o oggetti;
- selezionare gli strumenti e i materiali idonei e utilizzarli con la dovuta cura e nel rispetto delle norme di sicurezza;
- ottenere dati con una precisione adeguata all'obiettivo;
- valutare l'opportunità di rivedere quanto progettato alla luce dei dati ottenuti e dell'eventuale errore riscontrato;
- organizzare i dati in tabelle e scegliere gli strumenti adatti per analizzarli;
- rappresentare graficamente i dati ottenuti;
- identificare le relazioni tra variabili e le tendenze significative descritte dai dati ottenuti;
- identificare evidenze che confermino o meno l'ipotesi di partenza e trarre conclusioni congruenti (implicazioni) con l'ipotesi iniziale e con i risultati ottenuti;
- formulare nuove domande in base ai risultati ottenuti;
- cercare informazioni utilizzando mezzi informatici e tradizionali;
- analizzare e comparare informazioni provenienti da diverse fonti, compresi altri studi riguardanti le sperimentazioni svolte;
- analizzare criticamente notizie scientifiche per individuare eventuali omissioni o errori riguardanti i procedimenti usati e/o le informazioni comunicate;
- distinguere tra opinioni, interpretazioni ed evidenze scientifiche.



2 Finalità: comprendere e utilizzare un linguaggio scientificamente corretto (inclusi quelli formali) per analizzare e sintetizzare informazioni, spiegare fenomeni, comunicare idee e partecipare a discussioni, considerando i punti di vista differenti dal proprio e argomentando sulla base di evidenze scientifiche.

ABILITÀ DA SVILUPPARE

- operare con grandezze fisiche e chimiche, utilizzando le relative unità di misura;
- convertire valori da un ordine di grandezza a un altro;
- utilizzare correttamente la terminologia scientifica;
- utilizzare i linguaggi formali delle discipline in maniera rigorosa;
- utilizzare schemi per sintetizzare informazioni;
- utilizzare mappe concettuali;
- comprendere e utilizzare le informazioni contenute in tabelle;
- comprendere e utilizzare le informazioni rappresentate in grafici;
- comprendere e utilizzare le informazioni rappresentate su base cartografica, anche al fine di orientarsi sul territorio;
- comprendere e utilizzare modelli di rappresentazione della realtà;
- consultare e comprendere pubblicazioni a carattere divulgativo in cui vengono presentati risultati di ricerche scientifiche;
- presentare in modo chiaro, sintetico e organizzato i risultati di ricerche di informazioni o di procedure sperimentali;
- partecipare a discussioni di contenuto scientifico e confrontare le proprie idee con quelle di altri;
- riconoscere i punti di vista alternativi al proprio;
- giustificare le proprie scelte e idee basandosi sulle conoscenze scientifiche e/o sulle eventuali evidenze riscontrate.

3 Finalità: affrontare la comprensione di fenomeni e processi e prevederne le conseguenze, tenendo in considerazione la complessità dei sistemi e le relazioni tra le varie componenti, anche con lo scopo di adottare comportamenti responsabili nei confronti della persona, dell'ambiente e del territorio.

ABILITÀ DA SVILUPPARE

- individuare i diversi elementi di un sistema;
- classificare elementi (organismi, processi, strutture, relazioni) seguendo criteri forniti e specifici manuali;
- stabilire categorie autoescludenti e individuare criteri univoci per l'assegnazione degli oggetti alle categorie stabilite;
- individuare le relazioni tra gli elementi di un sistema;
- distinguere le cause e le conseguenze di un fenomeno, descrivendo i processi che le collegano;
- riconoscere le proporzionalità che esistono tra variabili che descrivono lo stesso fenomeno;
- scegliere formule, procedure o modelli idonei per rappresentare e analizzare sistemi e fenomeni e per prevederne l'evoluzione;
- proporre modelli applicabili a situazioni nuove;
- riconoscere l'importanza rivestita dall'evoluzione dei viventi e della Terra nel descrivere lo stato attuale del pianeta a diverse scale di grandezza.
- individuare comportamenti e progettare azioni orientate a minimizzare il consumo di risorse (acqua, materiali, viventi) e a preservare gli ecosistemi naturali e la biodiversità, a livello sia locale sia globale;
- individuare comportamenti e progettare azioni orientate a minimizzare il consumo di energia e a contrastare i cambiamenti climatici;
- descrivere e giustificare quali abitudini e comportamenti siano dannosi o vantaggiosi per la salute personale;
- riconoscere l'incertezza relazionata ai processi chimici, fisici, biologici, geologici ed ecologici e la necessità di valutare i relativi rischi (idrogeologico, inquinamento delle acque e dell'aria, inquinamento biologico ecc.) e di adottare il principio di precauzione per la salvaguardia della salute e dell'ambiente;
- riconoscere la complessità dei problemi inerenti la realtà e saper integrare saperi e modelli teorici propri delle diverse discipline per cercare eventuali soluzioni.

della materia, scienze della natura. In ogni caso e nonostante le nuove condizioni, credo che valga la pena impostare il nostro lavoro di insegnanti secondo i concetti di *scienza per tutti*, *scienze contestualizzate* e *inquiry-based science education*, in quanto tutti gli studenti, qualsiasi scuola essi frequentino negli ultimi anni dell'obbligo scolastico, hanno diritto a ricevere un'alfabetizzazione scientifica, in termini sia di concetti sia di metodo, e a poter trattare temi che siano importanti e rilevanti per la loro fascia d'età [10].

Punto di partenza: competenze e abilità

Il primo impegno che, come docenti, dovremo affrontare all'inizio dell'anno scolastico sarà l'impostazione del piano di lavoro annuale. Indipendentemente da quanto si possa leggere nelle indicazioni nazionali o nelle linee guida, non dobbiamo fare l'errore di iniziare pensando in termini di contenuti. Al contrario dovremo partire proprio dalle competenze che desideriamo che gli studenti acquisiscano al termine del percorso di studi. Considerando però che l'acquisizione di

una competenza non è facilmente rilevabile, risulterà più opportuno riferirsi ad altri indicatori più semplici da misurare, quali le abilità. Penso, quindi, che sia utile iniziare individuando le abilità che afferiscono a ognuna delle competenze che pensiamo di includere tra gli obiettivi di apprendimento. Nei riquadri in queste pagine sono elencate diverse abilità comuni a tutte le scienze sperimentali, raggruppate in tre grandi ambiti riferibili a competenze scientifiche che ritengo importanti per gli studenti del primo biennio del secondo ciclo di



Tutti gli studenti, qualsiasi scuola essi frequentino negli ultimi anni dell'obbligo scolastico, hanno diritto a ricevere un'alfabetizzazione scientifica, in termini sia di concetti sia di metodo

istruzione. L'elenco e i passi descritti di seguito potranno essere d'aiuto al momento della progettazione, da realizzarsi preferibilmente a livello collegiale di dipartimento.

I
Innanzitutto dovremo selezionare le abilità sulle quali concentrare il lavoro con gli studenti, differenziando contemporaneamente tra le abilità che costituiranno obiettivo di apprendimento per il primo anno e quelle che lo saranno per il secondo.

II
Non dobbiamo dimenticare di pensare anche al come le discipline scientifiche possono contribuire al raggiungimento delle competenze comuni a tutti gli assi culturali (punto 2.1 dell'allegato A al regolamento per gli istituti tecnici), in particolare a quelle, importantissime, riferibili all'apprendimento permanente.

Anche per queste occorrerà individuare nello specifico le relative abilità misurabili sulle quali lavorare.

III
Successivamente potremo iniziare a pensare agli argomenti da trattare. Se per questo approccio i contenuti disciplinari, infatti, non costituiscono ciò da cui partire, è indubbio che rimangono il mezzo indispensabile per poter lavorare su abilità e competenze. In sostanza, non viene dimenticata l'importanza delle conoscenze, ma muta solo la priorità degli obiettivi. Ciò implica, però, un cambiamento nell'approccio alla pianificazione. Dovremo cercare di evitare l'errore di compilare elenchi di conoscenze senza che questi siano relazionati a una delle abilità sulle quali abbiamo scelto di lavorare. Dobbiamo piuttosto pensare al "con che cosa" far sviluppare o consolidare, negli studenti, le abilità selezionate. Cercheremo quindi,

ove possibile, di declinare in termini di contenuti disciplinari specifici, quelle abilità che erano espresse in maniera generica. Per esempio, all'abilità *classificare elementi* si potrebbe aggiungere, a seconda dei casi, *le piante con fiore, i legami chimici, i moti*. Oppure, si potranno specificare i linguaggi formali con i quali si intende lavorare. In questo modo, si indicheranno automaticamente anche le conoscenze su cui concentrarsi. Sarebbe fuorviante procedere indicando prima le conoscenze e, poi, per definire le abilità, ripetere le stesse conoscenze antepoendo verbi quali "descrivere" o "illustrare". Questi in realtà descrivono un'unica abilità, indipendentemente dalla conoscenza a cui fanno riferimento.

IV
Per concludere il lavoro di progettazione, dovremo concentrarci sul "come" perseguire gli obiettivi di apprendimento che abbiamo fin qui definito. Andranno,



RISORSE

1. Regolamenti, quadri orari, linee guida e indicazioni nazionali sono disponibili su:
<http://nuoviprofessionali.indire.it> per gli istituti professionali;
<http://nuovitecnici.indire.it> per gli istituti tecnici;
<http://nuovilicei.indire.it> per i licei.
2. DM n.9 del 27.1.2010, reperibile su www.indire.it/obbligoistruzione.
3. *Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*, Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 2007. http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf.
4. J. Osborne, J. Dillon, *Science Education in Europe: Critical Reflections*, London, The Nuffield Foundation, 2008.
www.nuffieldfoundation.org/fileLibrary/pdf/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf.
5. National Science Foundation, *Inquiry, Thoughts, Views, and Strategies for the K-5 Classroom. Foundations, A monograph for professionals in science, mathematics, and technology education*, 1999.
www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/pdf/nsf99148.pdf.
6. C.A. Chinn, B.A. Malhotra, *Epistemologically authentic inquiry in schools: a theoretical framework for evaluating inquiry tasks*, in "Science Education", 86 (2002), pp. 175-218.
7. E. Roletto, A. Regis, *Metodo scientifico o strategia della ricerca scientifica?*, in "Naturalmente", 2008, vol. 21, pp. 8-14.
8. OECD, *PISA 2006, Science Competencies for Tomorrow's World, Volume 1: Analysis*, Paris, OECD Publications, 2006.
www.invalsi.it/invalsi/ric.php?page=ocsepisa06.
9. F. Pirrami, *Considerazioni su linee guida e indicazioni nazionali previste dal riordino della scuola secondaria*, in "Le scienze naturali nella scuola", 2010, vol. 40.
10. F. Pirrami, *Apprendimento basato su problemi e inquiry, per una educazione scientifica contestualizzata, integrata e per tutti*, in *New Trends in Science and Technology Education: selected paper*, a cura di L. Menabue, G. Santoro, CLUEB, Bologna 2010, pp. 286-295.
11. M.D. Sundberg, M.L. Dini, E. Li, *Decreasing course content improves student comprehension of science and attitudes toward science in freshman biology*, in "Journal of Research in Science Teaching", 1994, vol. 31, pp. 679-693.

cioè, individuate le attività e le strategie che si intendono mettere in atto. Per esempio, per le abilità relative al punto 1 del riquadro, dovremo pensare a problemi/scenari sui quali chiameremo gli studenti a indagare secondo la strategia della ricerca scientifica. Sempre in questa fase, sarà opportuno individuare percorsi didattici che integrino le diverse scienze sperimentali tra loro e con altre discipline quali matematica, geografia o scienze e tecnologie applicate. Un approccio che parta da scenari reali o autentici [10] non potrà far altro che agevolare l'integrazione tra le diverse scienze sperimentali, nonché facilitare gli allievi a far propria una comprensione del mondo reale che tenga conto sia della complessità dei

sistemi sia delle relazioni che intercorrono tra le varie componenti e tra i differenti processi.

Attenzione al tempo

Al momento di scegliere i contenuti e le abilità sulle quali concentrarsi, naturalmente, dovremo prendere in considerazione il tempo che abbiamo a disposizione. Da notare che una didattica basata sull'inquiry necessita di tempi più lunghi di quella semplicemente trasmissiva; di contro, però, migliora la comprensione del "come funziona la scienza" [11]. Dobbiamo quindi porci nell'ottica che, volendo utilizzare una didattica di tipo laboratoriale, con 66 ore (monte ore annuale comune alla



FRANCO PIRRAMI

è laureato in scienze naturali e insegna scienze della natura e scienza della materia presso l'I.I.S. Savoia-Benincasa di Ancona. Svolge un dottorato di ricerca presso l'Università di Camerino, con una tesi sull'apprendimento basato su problemi (problem based learning). Socio dell'Associazione nazionale insegnanti di scienze naturali, fa parte dei gruppi di lavoro su riordino della scuola secondaria e inquiry-based science education.

maggioranza degli indirizzi), secondo i tempi indicati nel nuovo Piano nazionale lauree scientifiche, potremo svolgere orientativamente 3 o 4 moduli didattici all'anno.

Nel primo biennio, non potendo quindi svolgere un corso che comprenda tutti i concetti propri di una qualsiasi delle scienze sperimentali, nella scelta dei contenuti andrebbero privilegiati quelli che consentano di affrontare i nuclei fondamentali della disciplina e, allo stesso tempo, di trattare tematiche che siano importanti e rilevanti per i giovani. In questo senso possono esserci d'aiuto i temi riguardanti la salute e la sostenibilità ambientale, anche per aumentare l'interesse degli studenti. ➔

MULTIMEDIA
www.linxedizioni.it



Per proporre attività, progetti, riflessioni:
linxedizioni.it/contatti

RICERCA E NON SOLO

Dopo la laurea, percorsi a confronto

Medicina e chirurgia

GABRIELLA FERLAZZO NATOLI

Ha 30 anni, è originaria di Messina e vive prevalentemente a Roma, passando lunghi periodi all'estero. Lavora per Medici senza frontiere.



LORENZO MOJA

Ha 36 anni, è ricercatore presso l'Istituto privato Mario Negri di Milano e vicedirettore del Centro Cochrane italiano, gruppo di ricerca che produce revisioni sistematiche sull'efficacia degli interventi sanitari.

Qual è stato il tuo percorso di studi?

Liceo scientifico a Messina (IV anno negli Usa), laurea a Bologna (con alcuni soggiorni all'estero: Spagna, Russia, Portogallo, Brasile), specializzazione in malattie infettive al policlinico Gemelli di Roma.

Liceo scientifico a Milano, laurea in medicina e chirurgia, master in revisioni sistematiche di letteratura e scuola di specializzazione in igiene e medicina preventiva: tutto a Milano (con un periodo in Canada).

Quando e perché hai deciso di studiare medicina?

Intorno ai 12 anni. Si cominciava a parlare di HIV, ricordo una campagna pubblicitaria molto efficace: ho pensato che mi sarebbe piaciuto occuparmi come medico di malattie infettive.

C'è stato un forte "imprinting" familiare: in un ramo della famiglia c'erano molti economisti, nell'altro molti medici. Sono stato a lungo indeciso.

Sei soddisfatto/a della tua scelta?

Sì! All'università c'è stato qualche momento di crisi, in cui mi sono domandata se stavo seguendo la strada giusta, ma ora sono convinta di averlo fatto.

Sì. All'inizio avevo un'idea romantica della professione, che è invece tecnica e spesso inserita in un contesto spersonalizzato e poco empatico. Però ho trovato un ambiente insolito, in cui quell'ideale è più rispettato.

C'è un libro che ritieni importante nella tua formazione? Perché?

Malattie dimenticate, di Carlo Urbani. Mi ha appassionata e ha contribuito a farmi fare alcune esperienze importanti, mettendomi in contatto con una fondazione con la quale per la prima volta sono stata in Africa.

Efficienza ed efficacia. Riflessione sui servizi sanitari, di Archibald Cochrane: descrive i difetti e le possibili soluzioni dei sistemi sanitari pubblici. E anche *Quando i numeri ingannano, imparare e vivere con l'incertezza*, di Gerd Gigerenzer, un libro fondamentale per capire che gli stessi numeri possono essere "venduti" in modo diverso.

Qual è stato il tuo primo lavoro?

La scuola di specializzazione. Lavoravo in un reparto di malattie infettive, facendo anche ricerca sulla prevenzione della trasmissione materno-infantile dell'HIV e su infezioni di protesi ortopediche.

La scuola di specializzazione: mi occupavo della valutazione di atti e comportamenti medici (miei e dei colleghi) per capire se gli interventi che adottavamo (come la scelta di una terapia) erano davvero efficaci.

Oggi di che cosa ti occupi?

Partecipo a progetti internazionali di Medici senza frontiere. Il primo è stato a Malta, per l'assistenza sanitaria agli immigrati che sbarcano sull'isola. In un piccolo ospedale in Congo mi sono occupata di attività clinica e di supervisione, assistendo soprattutto pazienti con AIDS. Ora sono in Armenia, per un progetto sulla tubercolosi multiresistente.

Ancora di valutazione di interventi sanitari, ma con tecniche sperimentali più sofisticate: analisi con metodi statistici studi in cui si confrontano pazienti che ricevono un dato intervento e "controlli" che non lo ricevono.

Quali sono i tuoi strumenti professionali quotidiani?

Penso a strumenti intellettuali. Bisogna continuare a studiare (nei paesi in via di sviluppo la medicina è meno tecnologica di quella occidentale) e occorrono fantasia e pazienza. Importante anche il rispetto reciproco, tra i membri dell'équipe (medici, mediatori culturali, psicologi, infermieri).

Il computer (il mio è portatile, leggero e potente) e gli articoli scientifici di letteratura.

Che cosa ti piace di più del tuo lavoro di oggi, e che cosa di meno?

È molto stimolante dal punto di vista medico, ma anche umano e culturale. In alcuni casi però è stancante, anche perché le condizioni di lavoro non sono ottimali. Inoltre, la consapevolezza che ci sono limiti a quello che il medico può fare in certe situazioni può essere frustrante.

Mi piacciono la varietà, la componente di comunicazione, la possibilità di viaggiare e il fatto che si passi dal curare un singolo paziente al cercare di curare un intero paese (con indicazioni utili per il servizio sanitario). Molti medici, però, non si pongono ancora abbastanza spesso la domanda: "Perché ho scelto questo particolare intervento?".

Come ti vedi in futuro?

Vorrei restare in ambito internazionale, partecipando a programmi di salute per i paesi in via di sviluppo. Spero però di trovare una dimensione più stabile e di poter unire il lavoro a una vita privata "normale".

Mi piacerebbe avere una carriera veloce, per poter avere il tempo di fare anche altro: la vita non è solo lavoro.

Quali sono i tuoi interessi al di fuori del lavoro?

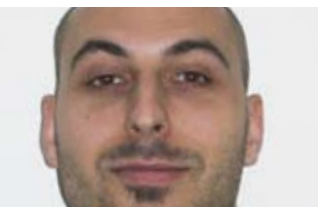
Viaggiare, leggere, dipingere. Quando posso torno in Sicilia, al mare.

Viaggi e montagna.

Scienze e tecnologie per l'ambiente

MATTEO SICOLA

Nato a Milano nel 1981, sta svolgendo un dottorato di ricerca in biologia.



ALESSANDRO BELFIORE

Originario di Chiavari, ora vive a Trecate (Novara) e lavora a Milano. È socio amministratore della società di consulenze ambientali Promobeta Srl. Ha 31 anni.

Qual è stato il tuo percorso di studi?

Liceo scientifico a Milano e laurea in scienze e tecnologie per l'ambiente all'Università di Milano Bicocca. Ora sono iscritto a un dottorato di ricerca in biologia, sempre in Bicocca.

Liceo scientifico a Chiavari e laurea triennale (nel 2008) in scienze e tecnologie ambientali all'Università di Milano Bicocca.

Quando e perché hai deciso di studiare scienze e tecnologie per l'ambiente?

Mi ero iscritto a ingegneria ambientale, ma il primo anno non è andato bene e sono passato a scienze ambientali. Mi sembrava meno impegnativo e più interessante perché multidisciplinare (si studiano anche diritto ed economia) e legato a temi di attualità come il riscaldamento globale.

Dopo il liceo mi ero iscritto a ingegneria chimica perché mi piacevano le materie scientifiche e l'ambiente; non mi sono trovato bene e ho lasciato. Per 5 anni ho lavorato, anche negli Usa. Poi ho deciso di tornare in università seguendo le mie vecchie passioni.

Sei soddisfatto/a della tua scelta?

Relativamente: l'approccio multidisciplinare del corso di laurea è un suo punto di forza, ma a volte questo significa ripetere le stesse cose in più insegnamenti. E non in tutti è stata garantita una formazione di qualità abbastanza elevata.

Abbastanza: volevo arrivare alla libera professione e ci sono riuscito. Dal punto di vista della formazione, però, la multidisciplinarietà del corso di laurea può essere un limite. Uno scienziato ambientale è un ottimo coordinatore ma non sa fare nulla di preciso.

C'è un libro che ritieni importante nella tua formazione? Perché?

Alcuni libri di testo. E poi *L'inquinamento elettromagnetico. Controlli, interventi, risanamento e responsabilità*, di Elisabetta Cicigoi e Giuseppe Sgorbati: una bibbia per il lavoro che svolgo oggi.

Jurassic Park, di Michael Crichton: mi era piaciuto molto l'approccio semiscientifico. E tutte le opere di Isaac Asimov, un maestro di divulgazione scientifica.

Qual è stato il tuo primo lavoro?

Una collaborazione con Comieco, consorzio nazionale per il recupero e riciclo degli imballaggi a base di cellulosa. Mi occupavo di educazione ambientale nelle scuole e in occasione di eventi pubblici.

Ne ho fatti diversi dopo aver abbandonato ingegneria chimica: dal muratore all'aiuto cuoco, dal barista al commesso in cartoleria. Tutti mi hanno insegnato qualcosa.

Oggi di che cosa ti occupi?

Partecipo a un progetto di ricerca per stabilire eventuali interazioni tra campi elettromagnetici e danni al DNA. Come organismi indicatori utilizzo lombrichi terrestri; alcune prove sono svolte in laboratorio, con sistemi che riproducono onde elettromagnetiche, ma eseguo anche monitoraggi sul campo.

Ho una società di consulenza ambientale, che realizza per vari clienti progetti di ricerca, studi di settore e di fattibilità, analisi ambientali, il tutto in diversi ambiti: bonifiche, gestione dei rifiuti, impianti a fonti rinnovabili, diagnosi energetiche.

Quali sono i tuoi strumenti professionali quotidiani?

Quelli tipici di un laboratorio: strumenti per la rilevazioni di campi magnetici, pipette, contenitori, strutture per l'allevamento dei lombrichi. E il computer, per consultare la letteratura scientifica ed elaborare i dati raccolti.

Quelli che uso di più sono il computer e il telefono. Più raramente, anche classici strumenti da cantiere, come la vanga o il piccone.

Che cosa ti piace di più del tuo lavoro di oggi, e che cosa di meno?

Mi piace il fatto di godere di una certa libertà nella progettazione e realizzazione degli esperimenti. Le note dolenti sono il trattamento economico e la scarsa considerazione di cui gode in Italia chi possiede un dottorato di ricerca.

Mi piace la possibilità di occuparmi di cose diverse: ogni nuovo progetto è un lavoro a sé. Non mi piace il fatto che spesso i clienti pretendano dai consulenti attenzioni esclusive, come se lavorassero solo per ciascuno di loro.

Come ti vedi in futuro?

All'estero: vorrei fare ricerca e insegnare, ma in Italia le possibilità mi sembrano poche.

Per ora la mia società è ospitata in Bicocca, perché sono anche un responsabile dell'ufficio progetti dell'Associazione italiana scienze ambientali, che ha appunto sede in università. Spero che la Promobeta abbia presto un suo ufficio e che continui a crescere.

Quali sono i tuoi interessi al di fuori del lavoro?

Musica, soprattutto rock, e sport: nuoto, corsa bicicletta e calcio (da praticare e da guardare).

Musica (suono la chitarra elettrica), cucina, giardinaggio e vita all'aria aperta.

AVATAR

Mauro Mandrioli critico cinematografico per un giorno



Titolo Avatar
Titolo originale Avatar
Genere Fantascienza/
 animazione
Anno 2009
Paese Usa
Produzione 20th Century Fox,
 Giant Studios, Lightstorm
 Entertainment
Regia James Cameron
Soggetto scientifico Ecologia,
 conservazione ambientale

LA TRAMA

Raccontare la trama di *Avatar* è purtroppo facile, viste le abitudini della nostra specie: prendete una compagnia mineraria gestita da avidi imprenditori e mettetela su un pianeta ricoperto da foreste vergini, abitato da umanoidi privi di armi (salvo frecce e lance) e ricco di giacimenti minerari. Che cosa vi aspettate che accada? Esattamente quello che vediamo ogni giorno sulla Terra: Pandora (così si chiama il pianeta immaginato dal regista James Cameron) diventa un grande giacimento da cui trarre tutto quanto può servire, sebbene questo comporti la distruzione di ambienti di incredibile bellezza e l'uccisione di piante e animali. Non va certo meglio ai nativi di Pandora (i pacifici Na'vi) che hanno la "sfortuna" di avere costruito il proprio villaggio al di sopra del principale deposito del cristallo unobtainium: proprio l'oggetto dei desideri della compagnia mineraria che, avvalendosi di un esercito di mercenari, è pronta a "convincere" i Na'vi a migrare verso un altro sito. Prima di passare alle maniere forti, alcuni scienziati cercano di interagire con gli indigeni avvalendosi di *avatar*, ibridi genetici tra umani e Na'vi, guidati tramite una sorta di collegamento neurale. In sostituzione del fratello scienziato morto in un incidente, uno degli avatar è guidato dall'ex marine Jake Sully il quale, accolto dalla tribù, si innamora dei Na'vi e di Neytiri, la figlia della loro guida spirituale. Sully scopre così un nuovo mondo e un modo diverso di vivere e decide di schierarsi con i nuovi amici. La battaglia finale tra esseri umani e Na'vi è inevitabile ma, a beneficio di chi non avesse ancora visto il film, non sveliamo come andrà a finire.

IL COMMENTO

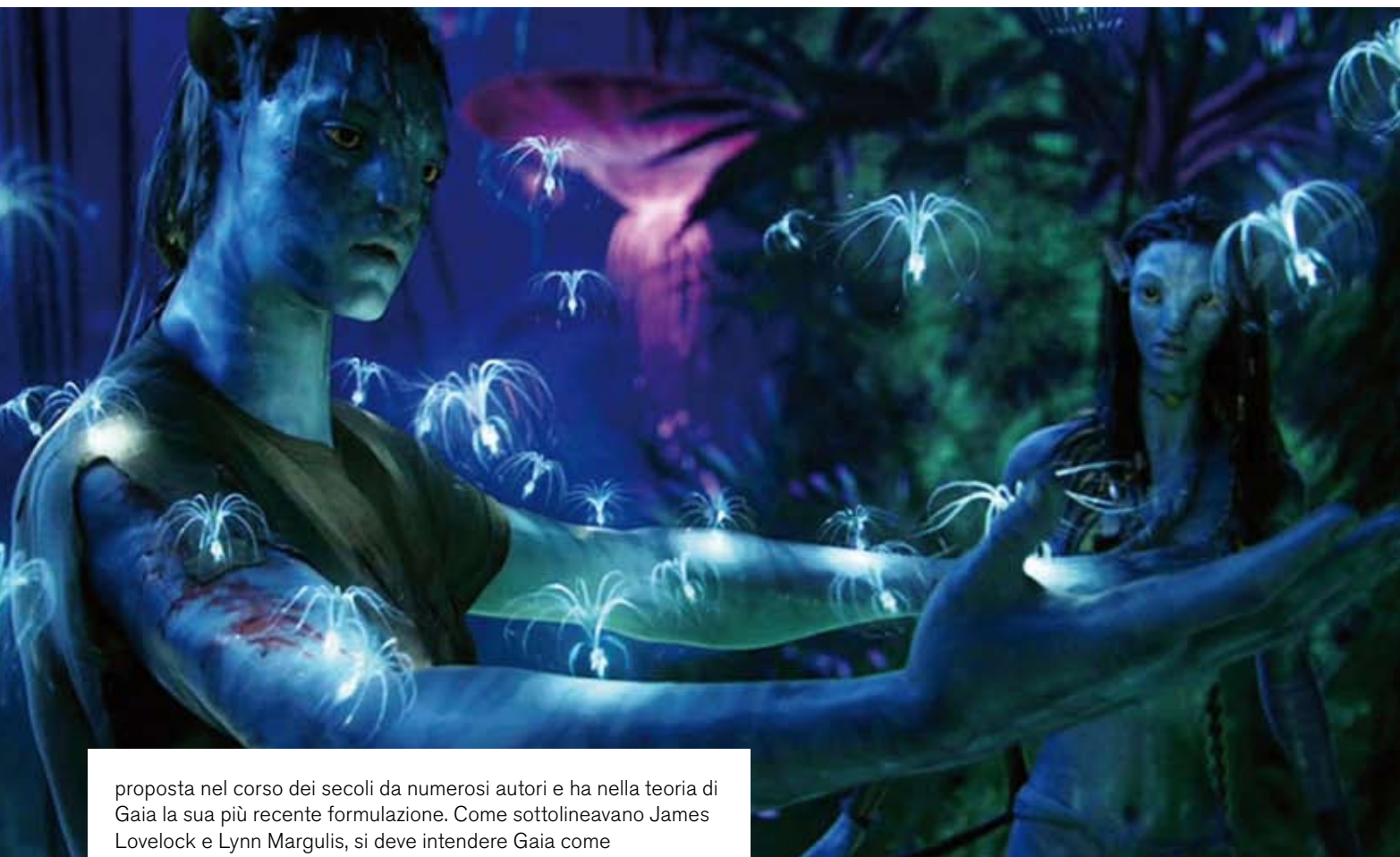
Alcuni temi emergono in modo prepotente durante la visione di *Avatar* e indubbiamente il messaggio ambientalista è il più forte. Come gli esseri umani, nel film, distruggono Pandora, così la nostra specie sta arrecando gravi danni a numerosi habitat terrestri con attività estrattive e industriali. Basti pensare alla marea nera che ha devastato nei mesi scorsi il Golfo del Messico. Certo i Na'vi sono frutto della fantasia di Cameron, mentre non lo sono le tante popolazioni indigene che in diverse parti del mondo hanno dovuto abbandonare la propria terra per fare spazio alla "civiltà". Di recente, proprio grazie ad *Avatar*, ha attirato l'attenzione dei mass media la storia della tribù dei Dongria Kondh, grazie alle incredibili somiglianze con quella animata: in questo caso c'è una compagnia mineraria, la Vedanta Resources, determinata a estrarre bauxite dal ricco giacimento che si trova nella montagna sacra alla tribù. Contrariamente a quanto facciamo noi, i Na'vi vivono in totale simbiosi con il loro pianeta, che non è visto solo come un luogo in cui abitare, ma come un'entità vivente con cui confrontarsi e a cui dovere rispetto. L'idea che il pianeta Terra sia nella sua interezza un sistema vivente autoorganizzantesi è stata più volte



MAURO MANDRIOLI

è professore associato di genetica e docente di biologia evolutiva presso il Dipartimento di biologia dell'Università di Modena e Reggio Emilia, dove coordina il Laboratorio di genetica evolutiva. I suoi principali interessi di ricerca riguardano l'evoluzione del genoma di insetti e le interazioni che intercorrono tra simbiotici batterici e insetti di interesse medico e agrario.





proposta nel corso dei secoli da numerosi autori e ha nella teoria di Gaia la sua più recente formulazione. Come sottolineavano James Lovelock e Lynn Margulis, si deve intendere Gaia come un'alternativa al sapere convenzionale che considera la Terra un pianeta morto fatto di atmosfera, rocce e oceani inanimati, e semplicemente abitato dalla vita. Lo si deve invece considerare come un vero e proprio sistema che comprende sia tutta quanta la vita sia tutto quanto il suo ambiente, strettamente accoppiati l'una all'altro, così da formare un'entità che si autoregola.

La teoria di Gaia ha generato vivaci discussioni tra biologi, geofisici e geochimici e subito dure critiche ma, a distanza di oltre 40 anni dalla sua formulazione, continua ad affascinare l'idea che l'uomo sia parte di un sistema globale in cui tutti i viventi sono tra loro connessi. Il tema della tutela ambientale è oggi di grande attualità ed essendo il 2010 l'anno della biodiversità può essere utile fare il punto della situazione. La rivista "Science" ha recentemente pubblicato un'analisi sullo stato di salute del nostro pianeta, da cui emerge che la biodiversità è in continuo declino. Sebbene nel 2002 molte nazioni si fossero date come obiettivo la riduzione dell'impatto dell'uomo sulla sopravvivenza di animali e piante, la perdita di biodiversità da allora non è stata per nulla rallentata e il trend negativo è rimasto inalterato, a indicare l'assoluta inadeguatezza degli interventi messi in atto. Nel momento cruciale del film, alla vigilia della grande battaglia, uno dei protagonisti (l'ex marine Sully) lancia un messaggio affinché tutti i Na'vi si uniscano per difendere il pianeta. Poche settimane fa anche il presidente degli Stati Uniti Barack Obama ha lanciato un messaggio simile parlando del disastro della British Petroleum al largo delle coste della Louisiana:

«Non possiamo consegnare ai nostri figli questo futuro. Ora è il momento di riprendere il nostro destino». Sarebbe bene che tutti noi prendessimo queste parole in seria considerazione. ➔



PER APPROFONDIRE

— S.H.M Butchart, *Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines*, in "Science", 2010, vol. 328, pp. 1164-1168.

— F. Capra, *La rete della vita: una nuova visione della natura e della scienza*, Rizzoli, Milano 2001.

— A. Free and N.H. Barton, *Do evolution and ecology need the Gaia hypothesis?*, in "Trends Ecol Evol", 2007, vol. 22, pp. 611-619.

— M. Karnani, A. Annala, *Gaia again*, in "Biosystems", 2009, vol. 95, pp. 82-87.

— J. Lovelock, *Le nuove età di Gaia*, Bollati Boringhieri, Torino 1991.



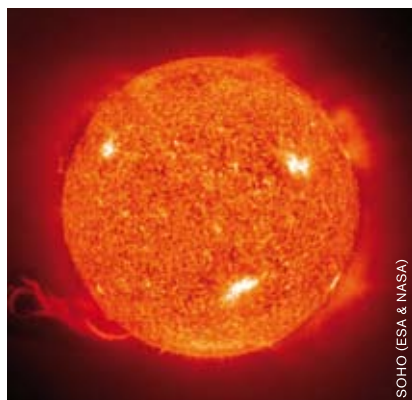
IN RETE!

Il Film Scheda dell'Internet movie database. www.imdb.com/title/tt0499549



IN GIRO PER LA RETE

Internet è una vera miniera di pagine di scienza: siti istituzionali, blog, canali video, riviste online e altro ancora. Pagine che parlano di scienza o che, con la scienza, ci giocano. Anche voi lettori – docenti, studenti o classi intere – avrete sicuramente i vostri “preferiti”. Potete inviarci le vostre segnalazioni, accompagnate da un commento originale, all’indirizzo redazione@linxmagazine.it.



Tutto sul Sole

Doveva durare solo due anni, e invece la missione SOHO (Solar & Heliospheric Observatory), lanciata nel 1995 con lo scopo di studiare da vicino la nostra stella, è ancora attiva e lo sarà fino al 2012. Merito delle eccezionali performance della sonda, costruita nell’ambito di una collaborazione internazionale tra le agenzie spaziali europea e americana (ESA e NASA), alla quale si deve anche la scoperta di diverse

comete. Grazie ai dati inviati a Terra da SOHO è stato possibile realizzare la più dettagliata mappa della superficie solare, descrivendo in dettaglio anche le correnti di gas sotto la superficie visibile della stella e le variazioni nei campi magnetici. Oltre a notizie specialistiche, il sito della missione presenta una stupefacente galleria di immagini e una ricca proposta didattica, con approfondimenti e indicazioni per esercizi e attività.

<http://sohowww.nascom.nasa.gov>

Sconfiggere la “bestia”

Senza matematica non ci sarebbero la televisione, i telefoni cellulari, i voli spaziali e la TAC. Divulgare la matematica a partire dalle meraviglie della matematica applicata: questo l’obiettivo di *Maddmaths*, un viaggio nella più ostica delle discipline dalle applicazioni ai concetti astratti sfruttando diversi linguaggi e tecniche di comunicazione. Si tratta di un’iniziativa del SIMAI-DMA (Divulgazione matematica applicata), un gruppo di matematici applicati che nel 2008 ha deciso di riunirsi per parlare di matematica in modo nuovo. Scontenti dell’idea che la maggior parte delle persone ha della matematica, e stanchi di sentirsi dipingere come persone bizzarre, gli ideatori del gruppo hanno deciso di raccontarsi in prima persona proprio come «pazzi alienati senza speranza». Nel sito c’è di tutto: video, notizie (anche false, di cui viene dimostrata l’infondatezza dal punto di vista matematico), curiosità, schede divulgative e tutto quello che serve a rendere la “bestia” più “umana”.

<http://maddmath.simai.eu>



Portale europeo per l’educazione scientifica

Per tutti coloro che si occupano di istruzione scientifica è nato SCIENTIX, The community for science education in Europe, sito ideato dalla Commissione europea per condividere risorse didattiche, materiali, idee ed esperienze, per fornire supporto alle lezioni, informazioni e spunti per nuovi progetti educativi; il tutto tradotto nelle lingue ufficiali dell’Unione europea. L’iniziativa è gestita dalla rete European Schoolnet (EUN), composta da 31 ministeri dell’istruzione europei. Disponibili anche un ricco calendario di eventi e una newsletter per essere sempre aggiornati sulle iniziative e i progetti rivolti a insegnanti e studenti organizzati a livello europeo e nazionale. Nella community prendono vita discussioni a proposito dei progetti di ogni nazione e si può scrivere in qualunque lingua.

<http://scientix.eu/>



Occhio alla medusa

Forse non tutti sanno che in caso di (sfortunato) incontro con una medusa urticante, la cosa migliore da fare è lavare abbondantemente la parte colpita con acqua di mare, evitando invece l'acqua dolce, che favorirebbe la scarica del veleno contenuto in eventuali cellule urticanti rimaste attaccate alla pelle. Questa, e altre informazioni utili su come difendersi dalle meduse si possono trovare nella sezione dedicata dal sito web del mensile "Focus" a tali animali; sezione realizzata in collaborazione con l'Università del Salento e la CIESM, Mediterranean Science Commission. Oltre a quello divulgativo, il progetto ha anche un altro fondamentale obiettivo: contribuire a realizzare una mappa costantemente aggiornata della presenza delle meduse nei nostri mari, attraverso l'invio di segnalazioni tramite Internet, sms o mms. Per essere sicuri di non sbagliare, basta consultare la guida online sulle principali specie di meduse del Mediterraneo (c'è anche un poster scaricabile).

www.focus.it/meduse



Osservatorio sul cervello

Henry Gustav Molaison, meglio noto come H.M., è stato il paziente più famoso della storia delle neuroscienze. In seguito a un radicale intervento chirurgico eseguito nel 1953 per tentare di guarirlo da una gravissima epilessia, H.M. aveva perso del tutto la capacità di formare

nuovi ricordi: gli studi sulla sua persona sono stati fondamentali per capire come funziona la memoria. H.M. è morto due anni fa, ma lo studio del suo cervello continua, grazie a un progetto di dissezione completa avviato dall'italiano Jacopo Annese del Brain Observatory dell'Università di San Diego. Obiettivo di Annese: creare una mappa tridimensionale del cervello di H.M., in modo che si possa navigare tra i suoi neuroni con un sistema analogo a quello di Google Earth. Per il futuro, Annese ha già in programma di estendere il progetto ad altri pazienti, e anche a individui sani. Sul sito dell'osservatorio una sezione è dedicata espressamente al progetto H.M., mentre in homepage si possono trovare interessanti link a video e articoli divulgativi sull'attività del centro.

<http://thebrainobservatory.ucsd.edu>

Che aria tira

Non si tratta di previsioni del tempo, ma dell'inquinamento: nel portale web *La mia aria* sono disponibili previsioni riguardanti la qualità dell'aria in Italia secondo determinati indici, come livelli di ozono, polveri sottili, monossido di carbonio. La qualità dell'aria viene classificata attraverso sei giudizi, da eccellente a pericolosa, e vengono forniti alcuni suggerimenti da seguire nelle situazioni in cui la qualità dell'aria è insalubre, indicati soprattutto per bambini, anziani e malati. Sono presenti anche interessanti rubriche che spiegano come migliorare la qualità dell'aria e quali azioni sono messe in campo dalle istituzioni italiane ed europee. Nella sezione *Educational* del sito viene spiegato che cos'è

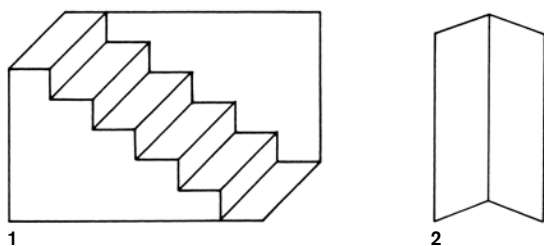


l'inquinamento, quali sono le sostanze inquinanti e i loro effetti sulla salute e quali prospettive ci sono per migliorare la qualità della vita di tutti.

www.lamiaaria.it

L'OSSERVAZIONE SCIENTIFICA È OGGETTIVA?

È possibile compiere osservazioni libere da "pregiudizi", da aspettative, opinioni o credenze che in qualche modo alterano l'oggetto che osserviamo, facendolo apparire non come è "in sé" ma come è, potremmo dire, "per noi"? Per rispondere a questa domanda, proviamo a osservare le seguenti immagini: è evidente che si tratta di immagini ambigue, che possono essere interpretate in modi diversi.



Nella figura 1, a un primo sguardo la scala appare normale, con la faccia superiore dei gradini verso destra; dopo una prolungata osservazione improvvisamente il disegno si inverte e la scala risulta capovolta. Nella figura 2, invece, il problema è determinare se il libro sia aperto con il dorso o con le pagine rivolte verso l'osservatore. L'ambiguità di queste figure sembra confermare la tesi, affermata nel Novecento dalla psicologia della Gestalt, secondo cui la nostra esperienza percettiva non è mai riconducibile a elementi isolati, ma è sempre collegata a modelli, forme, schemi globali.

L'esperienza della cosiddetta "oscillazione gestaltica" può essere facilmente compiuta da ognuno di noi. Essa serve a far capire l'ingenuità dell'idea che i soli dati fattuali bastino a determinare la nostra osservazione. L'impressione sulla retina oculare, pur uguale in due diversi osservatori, non evita che, nella figura 3, l'uno veda una coppa e l'altro due profili umani. Il che dipende dal fatto che l'osservazione è da subito unita a un elemento di natura concettuale che orienta l'osservazione stessa verso un'immagine o verso un'altra. L'osservazione dunque appare determinata, almeno in parte, dalle teorie che presidono ai nostri atti osservativi.

Teorie diverse per lo stesso Sole

Naturalmente, potremmo non essere affatto convinti di questa conclusione e voler approfondire la questione. Per farlo, vi proponiamo una passeggiata in collina, in una giornata di sole,

lontano da fonti di inquinamento visivo. In cima al colle, immaginiamo di incontrare due vecchie conoscenze, e cioè Keplero e Tycho Brahe, i quali come sappiamo aderiscono a teorie astronomiche diverse, e tuttavia si trovano insieme a osservare il Sole.

Keplero considera il Sole fisso e la Terra in movimento. Tycho Brahe, che è un semi-tolemaico, crede invece che la Terra sia fissa al centro. Ebbene: i due astronomi sono, rispetto al Sole, nella medesima situazione nella quale ci troviamo noi verso le figure ambigue. Gli elementi dell'esperienza sono uguali, ma la loro organizzazione concettuale è diversa. Si può dire che Keplero e Tycho Brahe vedano la medesima cosa quando osservano il sorgere del Sole? Il Sole osservato è lo stesso? Oppure la visione del Sole non è solo la visione di un'immagine che colpisce in modo uguale il globo oculare dei due astronomi, ma è qualcosa di più, che deriva dalle diverse teorie di riferimento in cui l'osservazione viene collocata? In questo caso, affermando che "il Sole sorge", che cosa di diverso stanno in realtà dicendo i due astronomi?

Ora, è evidente come la questione non sia di poco conto. Infatti, se le teorie intervengono nella "costruzione" dei fatti, allora dobbiamo concludere che la scienza non si fonda su nessun dato oggettivo? Se le teorie sono elaborate dal soggetto conoscente, allora sono pure convenzioni, costruzioni arbitrarie senza alcun fondamento oggettivo nella realtà? Ma se è così, che cosa ne è della capacità della scienza di prevedere il futuro?

Il carico delle teorie

Una possibile risposta a queste domande viene dalla cosiddetta tesi Duhem-Quine, formulata da Pierre Duhem, uno dei fondatori della moderna chimica-fisica, e ripresa dal filosofo americano Willard Quine. Secondo questa tesi, non sono mai singole ipotesi, ma intere teorie o complessi di teorie che vengono confrontate con le osservazioni e gli esperimenti. Lo schema logico dei controlli empirici non è: "se è vera l'ipotesi **h**, allora deve verificarsi il fatto **e** ma **e** non si verifica, quindi **h** è falsa", bensì "se è vera **h**, e se sono vere le teorie **T'**, **T''**, ..., con cui interpreto i fatti, deve verificarsi il fatto **e**, ma **e** non si verifica, quindi almeno una delle proposizioni che costituiscono la congiunzione "**h e T' e T'' e ...**" è falsa (ma non sappiamo dire quale)". Detto in breve, ogni osservazione, è "carica di teoria". Come ha scritto il filosofo N.R. Hanson: «Nella visione c'è molto di più di quanto raggiunge l'occhio». Ciò che osserviamo dipende da ciò che sappiamo, e il linguaggio che usiamo per descrivere ciò che osserviamo presuppone sempre una o più teorie sulla natura dell'oggetto osservato. Il discorso non finisce qui; vedremo di riaffrontarlo una delle prossime volte. ➔



FABIO CIOFFI

è insegnante di filosofia nei licei e lavora come consulente editoriale e come formatore. È autore di numerosi manuali scolastici.



PER APPROFONDIRE

— S. Borutti, *Filosofia dei sensi. Estetica del pensiero tra filosofia, arte e letteratura*, Raffaello Cortina, Milano 2006.

— N.R. Hanson, *I modelli della scoperta scientifica*, Feltrinelli, Milano 1978.



un sistema integrato per la didattica

libri



Active Book



guide per l'insegnante



laboratori virtuali



linxedizioni.it



magazine



www.linxedizioni.it

informazioni sul catalogo Linx
tutte le risorse digitali associate ai corsi
materiali extra
rassegna stampa web sul mondo della scienza
news ed eventi
blog d'autore
l'edizione online di Linx Magazine
... e molto altro ancora

Inoltre, iscrivendosi al sito potrà ricevere
la nostra **newsletter mensile** che la terrà
aggiornata sulle novità pubblicate sul sito:
spunti per attività didattiche,
segnalazioni di eventi scientifici
e notizie dall'editore.



Desidera ricevere Linx Magazine in **abbonamento gratuito** direttamente a casa?
Può iscriversi sul sito Linx Edizioni o compilare il modulo sottostante e inviarlo al fax indicato.

nome cognome
indirizzo abitazione città provincia cap.....
e-mail@..... telefono/cellulare
materie di insegnamento
nome della scuola
indirizzo della scuola città provincia cap.....

Consenso al trattamento dei dati personali – Informativa

La società Pearson Italia S.p.A. con sede a Torino in Corso Trapani n. 16 riveste la qualità di titolare del trattamento dei Suoi dati personali, che raccoglie e tratta esclusivamente per poterla informare sulle sue iniziative editoriali. I Suoi dati sono trattati attraverso l'uso di strumenti elettronici e manuali e vengono conservati secondo le modalità imposte dal Codice Privacy, nell'osservanza delle più rigorose misure di sicurezza finalizzate ad evitare il rischio di accesso da parte di terzi, di distruzione e di trattamento non consentito e non conforme alle finalità della raccolta. Questa Società Le assicura l'esercizio dei diritti previsti dall'art. 7 del d.lgs. 196/03 quali, tra gli altri, il diritto di conoscere l'esistenza o l'origine dei dati personali, il diritto di opporsi a tutto o parte del trattamento nonché il diritto di chiedere il blocco del trattamento, la modifica e/o la cancellazione dei dati.

Ai sensi degli articoli 13 e 23 del d.lgs.196/2003, dichiaro di aver preso atto dell'Informativa relativa al trattamento dei miei dati e vi autorizzo esplicitamente al loro trattamento unicamente ai fini amministrativi per l'invio di materiali scolastici al mio indirizzo.

firma data

Inviare via fax al numero 011 75021510 o via posta a Linx – Pearson Italia S.p.A – Corso Trapani 16 – 10139 Torino

Per qualsiasi informazione sulla Newsletter o sul Magazine può scrivermi a info.newsletterscuola@pearson.it