

# linux

## MAGAZINE

# Pianeti extrasolari

COME SI SCOPRONO,  
COME SI STUDIANO.  
INTERVISTA A GIOVANNA TINETTI

### PROGETTI

#### Per superare il gap

Un progetto europeo per incentivare ragazze e ragazzi a intraprendere una carriera scientifica



FRONTIERE  
L'EREDITÀ DI  
DARWIN.  
IN MEDICINA

ESPERIENZE  
TUTTO IL LAVORO  
DELLO SCIENZIATO

RIFLESSIONI  
METODO  
SCIENTIFICO  
E SERENDIPITY

INTERNET POINT  
TUTTI IN RETE!

## Pagina 6

Il telescopio spaziale Hubble. Lanciato nel 1990 con lo Space Shuttle *Discovery*, sarà sostituito nel 2013. Nella sua lunga carriera, ha raccolto e trasmesso sulla Terra immagini straordinarie di stelle, pianeti, galassie, nebulose e altro ancora. E anche le prime prove dell'esistenza di esopianeti.





## Rigore e stupore

«**D**ubita dell'ovvio, aspettati l'inaspettabile, tieniti pronto per nuove possibilità», queste sono le regole d'oro che informano l'attività scientifica ed è questo motto che ci ha ispirati nell'ideare anche questo numero di "Linx Magazine". Abbiamo voluto che dalla lettura del magazine emergesse un'immagine della scienza quale strumento di indagine sul mondo e su noi stessi, fondato sul desiderio di pensare e agire sempre in modo libero, curioso, inedito. Proprio questo mix di rigore e creatività, impegno e stupore rendono lo studio e l'attività scientifica straordinariamente eccitanti e degni di essere trasmessi con quanta più passione possibile alle nuove generazioni.

L'intervista che apre questo numero è dedicata, ancora una volta, a una donna, Giovanna Tinetti, una giovane astrofisica che allo University College di Londra, dopo aver lavorato al Jet Propulsory Laboratory della NASA e al California Institute of Technology, studia esopianeti, pianeti al di fuori del Sistema Solare che hanno caratteristiche analoghe alla Terra e che potrebbero ospitare forme di vita simili alla nostra. Gilberto Corbellini ci guida all'approccio evolutivistico in medicina, frutto di una lettura darwiniana delle cause delle malattie. L'approccio di Marina Minoli alla biologia molecolare – teoria,

esperimento, comunicazione – è un caso di eccellenza didattica che non richiede materiali e apparecchiature particolari ma "semplicemente" un attento e ragionato percorso educativo. Per scienza e genere Federica Manzoli e Daniele Gouthier raccontano del progetto europeo Gapp per incentivare ragazze e ragazzi alla scelta della carriera scientifica. E poi ancora didattica museale, robotica per la didattica, alfabetizzazione a Internet e una gustosa riflessione filosofica di Fabio Cioffi su metodo scientifico e serendipity.

In questi mesi abbiamo raccolto molti pareri positivi, qualche critica, diversi suggerimenti e offerte di collaborazione da parte dei docenti. Ringraziamo tutti coloro che sono entrati in contatto con noi e terremo sicuramente conto di ogni contributo per il prossimo numero di settembre.

Abbiamo inoltre ricevuto migliaia di richieste di abbonamento gratuito e dal prossimo numero sarà possibile ricevere la rivista direttamente a casa compilando e inviando il modulo di richiesta che si trova in quarta di copertina. Buon lavoro e arrivederci a presto!

**MASSIMO ESPOSTI**

Direttore editoriale di Linx



# SOMMARIO N.03–APRILE 2009

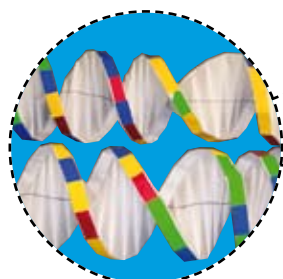
4  
DA NON PERDERE



6  
**INTERVISTA**  
**GIOVANNA TINETTI**  
**RACCONTA**  
Al lavoro con Giovi caldi,  
Super Terre e nuovi telescopi  
di Valentina Murelli

14  
**FRONTIERE**  
**L'EREDITÀ DI DARWIN**  
**IN MEDICINA**  
di Gilberto Corbellini

22  
**INTERNET POINT**  
**TUTTI IN RETE!**  
di Gabriele Lunati



26  
**ESPERIENZE**  
**TUTTO IL LAVORO**  
**DELLO SCIENZIATO**  
di Marina Minoli



30  
**PROGETTI**  
**IL ROBOT DELLE**  
**RAGAZZE**  
di Valentina Murelli

36  
**APPRENDERE AD**  
**APPRENDERE**  
**ANALOGIA, INDUZIONE,**  
**DEDUZIONE**  
di Gilda Cozzi e Pier Luisa Ferrari



40  
**PROGETTI**  
**IL MUSEO E LA SCUOLA.**  
**INSIEME PER FARE SCIENZA**  
di Angela Ildos – Associazione Didattica  
Museale

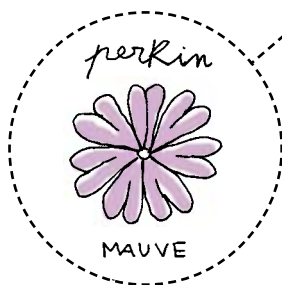


## 44 PROGETTI PER SUPERARE IL GAP

di Federica Manzoli e Daniele Gouthier

## 49 RIFLESSIONI NUOVI MEDIA DIGITALI: EQUIVOCI TECNOLOGICI E OPPORTUNITÀ DIDATTICHE

di Andrea Marcante



## 54 RIFLESSIONI TO GUESS OR NOT TO GUESS? METODO SCIENTIFICO E SERENDIPITY

di Fabio Cioffi



## 60 UNO SCIENZATO AL CINEMA WALL-E

di Massimo Labra

## 58 INTERVISTA DOPPIA RICERCA E NON SOLO

## 62 SCIENZA AL CENTRO

## 64 GIOCHI MATEMATICI PITAGORA SI DIVERTE

**direzione**  
Massimo Esposti

**redazione**  
Valentina Murelli, Chiara Roglieri  
redazione@linxmagazine.it  
www.linxedizioni.it

**hanno collaborato a questo numero**  
Fabio Cioffi, Gilberto Corbellini, Gilda Cozzi, Pier Luisa Ferrari, Daniele Gouthier, Angela Ildos, Massimo Labra, Gabriele Lunati, Federica Manzoli, Andrea Marcante, Marina Minoli, Valentina Murelli, Barbara Rosenthal, Francesca Signorile

**progetto grafico**  
Paola Lenarduzzi, studiopaola  
**impaginazione, disegni**  
studiopaola, Vito Roma

**progetto grafico di copertina**  
Italik, Milano

**immagine di copertina**  
David A. Aguilar –  
Harvard-Smithsonian  
Center for Astrophysics

**distribuzione**  
Per ricevere Linx Magazine nella propria scuola è sufficiente registrarsi come docente al sito **www.linxedizioni.it**  
Il nostro agente di zona provvederà a consegnarvi la vostra copia.  
Tutti i numeri sono disponibili online in formato pdf sul sito **www.linxedizioni.it**

Rivista aperiodica distribuita gratuitamente nelle scuole, pubblicata da Pearson Paravia Bruno Mondadori 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 Paravia Bruno Mondadori S.p.A.

Corso Trapani 16  
10139 Torino

RI636400030H  
Stampato per conto della Casa Editrice presso Arti Grafiche DIAL, Mondovì (Cn), Italia

Tutti i diritti riservati  
© 2009 Pearson Paravia Bruno Mondadori S.p.A.  
www.ppbm.it



# DA NON PERDERE

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

## FESTIVAL E MANIFESTAZIONI

### **Perugia Science Fest**

Perugia

7-17 maggio 2009

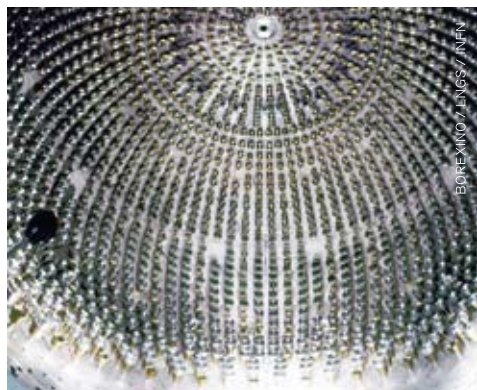
Chi deciderà di visitare quest'anno il Perugia Science Fest, avrà l'occasione di partecipare a qualcosa di più di un "semplice" festival della scienza: in occasione della nuova edizione della manifestazione, infatti, Perugia ospiterà anche il IX congresso internazionale dei festival della scienza d'Europa e la IV edizione di *Wonders*, il festival europeo delle scienze. Un clima davvero internazionale, quindi, per una rassegna di mostre, spettacoli, dimostrazioni, laboratori e conferenze che comprenderanno molti tra i migliori esempi di comunicazione della scienza italiani ed europei.

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

### **Il futuro di Galileo**

Padova, Centro Culturale Altinate. Fino al 14 giugno 2009

Sono passati 400 anni da quando, con il suo cannocchiale puntato da Padova verso il cielo, Galileo Galilei ha avviato le prime osservazioni astronomiche, dando inizio alla moderna scienza dei fenomeni naturali. Tra le celebrazioni volute da Padova per festeggiare l'anniversario, spicca in particolare una grande mostra che prende le mosse proprio dalle ricerche e dalle intuizioni di Galileo, per arrivare a presentare le più recenti teorie e scoperte nei campi della fisica e dell'astronomia. In un percorso che si snoda attraverso esposizioni di



strumenti e testi scientifici antichi, ma anche sistemi multimediali, video, installazioni, documentazioni fotografiche, exhibit ed esperimenti interattivi, i visitatori potranno immergersi in sette fondamentali settori di ricerca: gli strumenti dell'astronomia, i moti dei corpi, la scienza dei materiali, il vuoto, la luce, la struttura della materia, la storia dell'Universo. Nella foto, un particolare dello strumento impiegato nell'esperimento Borexino, ai Laboratori nazionali del Gran Sasso, per rilevare neutrini provenienti dal Sole.

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

## INIZIATIVE

### **In vacanza con Gabriele Lolli**

Sopralozano, Altipiano del Renon  
11-18 luglio 2009

Da 15 anni, l'associazione culturale Asia organizza le *Vacances de l'Esprit*: soggiorni sulle Dolomiti, accompagnati dalla possibilità di approfondire interessi culturali che spesso non si ha l'occasione di sviluppare da soli, grazie all'incontro con intellettuali e scienziati. L'iniziativa è rivolta a chiunque sia in grado di leggere un facile articolo di divulgazione scientifica o culturale in genere. Per quest'anno, l'offerta estiva comprende una vacanza in compagnia di Gabriele Lolli, già docente di logica matematica e statistica all'Università di Torino, oggi divulgatore scientifico e scrittore. Lolli, i cui interessi si sono recentemente rivolti alla filosofia della matematica, è considerato tra i maggiori studiosi di Kurt Gödel: le sue lezioni verteranno quindi proprio

su Gödel, sui suoi teoremi di incompletezza e sul modo in cui questi hanno influenzato, nel Novecento, il dibattito sulla natura della mente umana.

[www.associazioneesia.it/vde](http://www.associazioneesia.it/vde)

## CONCORSI

### **Mestre Film Festiva - Videoforkids**

Venezia, Centro culturale Candiani  
Scadenza 5 giugno 2009

Eventi: 20-24 ottobre 2009

C'è anche una categoria dedicata ai ragazzi nell'ambito del concorso cinematografico Mestre Film Festival: a Videoforkids possono partecipare tutti i video realizzati da giovani registi under 18 e dalle scuole di ogni ordine e grado. I video, della durata massima di 15 minuti, possono essere in qualsiasi formato. I tre lavori giudicati migliori riceveranno 500 euro ciascuno. Il Comitato regionale veneto dell'Unicef, inoltre, valuterà

l'assegnazione di un premio o di una menzione per le opere più rispondenti ai principi ispiratori della Convenzione internazionale sui diritti dell'infanzia.

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

[www.shortinvenice.net](http://www.shortinvenice.net)

## CORSI E APPROFONDIMENTI

### **Scuola estiva di orientamento della Scuola Superiore Sant'Anna**

Volterra

Periodo da definirsi (giugno/luglio)

Anche quest'anno, cento brillanti studenti del quarto anno delle scuole medie superiori potranno incontrarsi a Volterra, alla Scuola estiva di orientamento organizzata dalla Scuola Superiore Sant'Anna e dall'Università di Pisa. I partecipanti conosceranno l'offerta formativa della Scuola attraverso corsi e attività con la partecipazione di docenti universitari, ricercatori e

studenti. Duplice l'obiettivo: da un lato, proporre momenti di discussione su tematiche interdisciplinari e di attualità; dall'altro, far conoscere le prospettive dei diversi ambiti disciplinari, per consentire a ognuno di individuare i percorsi formativi più in linea con i propri interessi e inclinazioni. La selezione dei partecipanti avverrà a partire dalle segnalazioni proposte dai vari istituti italiani alla Scuola Superiore Sant'Anna.

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

### **Didamatica**

Trento

22-24 aprile 2009

Tecnologie informatiche per la didattica, e-learning, ambienti di apprendimento virtuali, esperienze d'uso dei linguaggi di programmazione nella formazione scolastica, intelligenza artificiale e didattica, Web 2.0 e sue applicazioni: sono solo alcuni dei temi scelti per l'edizione



### 🌱 Festival dell'energia

Lecce. 14-17 maggio 2009

Secondo Luciano Maiani, presidente del Consiglio nazionale delle ricerche, «il secolo appena iniziato sarà il secolo dell'energia». Un'ottima ragione, questa, per partecipare a *L'energia spiegata – Festival dell'energia* di Lecce. Intorno al tema principale della manifestazione – decidere oggi l'energia di domani – si articoleranno incontri con esperti provenienti dal mondo della ricerca, pronti a discutere con il pubblico dello stato delle fonti, di internazionalizzazione e geopolitica, di risparmio ed efficienza, di

mobilità sostenibile, di innovazione e ricerca. Ampio spazio sarà dato anche all'offerta didattica, con attività pensate appositamente per le scuole. I ragazzi potranno partecipare a giochi, laboratori, proiezioni cinematografiche e mostre interattive, o impegnarsi in un'avvincente caccia al tesoro, il tutto alla scoperta dell'energia.

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

raccontare la nascita di un'idea rivoluzionaria: le domande iniziali, le scoperte entusiasmanti, le incertezze, i timori, il lungo silenzio e infine la pubblicazione, nel 1859, della fondamentale opera *L'origine delle specie*. Il tutto in un percorso avvincente che intreccia i linguaggi della storia, del naturalismo, della filosofia della scienza e delle ricerche sperimentali contemporanee. La mostra, curata originariamente da Niles Eldredge (evoluzionista e responsabile della divisione invertebrati del museo di New York) e Ian Tattersall, fra i massimi esperti di evoluzione umana, nella versione italiana si è arricchita del contributo del filosofo della biologia Telmo Pievani, che ha lavorato in particolare a una sezione sul rapporto tra Darwin e il nostro Paese.

[www.darwin2009.it](http://www.darwin2009.it)

### 🌱 Tempi&Stratemi

Trieste, Immaginario scientifico

Fino al 14 giugno

È Kaleido, lo spazio multimediale e immersivo dell'Immaginario scientifico, a ospitare una mostra dedicata ai fenomeni che movimentano e decorano il cielo. A partire dalle nuvole, grandi protagonisti di un vero e proprio atlante multimediale, che ne descrive le forme assunte alle diverse latitudini e situazioni meteorologiche. Altre multivisioni riguardano le diverse zone climatiche del pianeta, in un viaggio da polo a polo alla scoperta dei molteplici paesaggi, delle faune e delle culture umane, oppure la natura e le caratteristiche della luce del Sole o tutte le possibili forme di precipitazioni. O, ancora, un "compendio" delle nozioni base della meteorologia: il ciclo dell'acqua, gli strati dell'atmosfera, le celle convettive, i venti periodici e quelli regionali, l'assottigliamento dello strato di ozono e l'effetto serra.

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

2009 di Didamatica, convegno su informatica e didattica proposto annualmente dall'Associazione italiana per l'informatica e il calcolo automatico (Aica) e organizzato quest'anno dall'Università di Trento. Come sempre, Didamatica si propone di fornire un quadro ampio e approfondito delle ricerche, degli sviluppi innovativi e delle esperienze in atto nel settore dell'informatica applicata alla didattica, puntando a realizzare un ponte di comunicazione tra il mondo della scuola e il mondo della ricerca.

<http://services.economia.unitn.it/didamatica2009>

### 🌱 Scuola estiva di astronomia

Saint-Barthélemy

27-31 luglio 2009

*Il gran libro della natura*: si intitola così, con una famosa citazione galileiana (a ricordo dei 400 anni dalla prima osservazione al cannocchiale di

Galilei), la sesta edizione della scuola estiva di astronomia, promossa dall'Unione astrofili italiani e organizzata dall'Osservatorio astronomico della Valle d'Aosta, in collaborazione con l'Assessorato istruzione e cultura della Regione. Il sottotitolo – *L'evoluzione della visione del cosmo da Galilei a...* Darwin – suggerisce invece il taglio storico degli interventi. La scuola, riconosciuta dal Ministero come aggiornamento professionale del personale docente, è rivolta principalmente agli insegnanti, ma è aperta a tutti gli interessati. Ai partecipanti sarà proposta una serie di incontri con esperti e membri dello staff dell'Osservatorio, per ripercorrere il cammino compiuto dalla scienza astronomica negli ultimi 400 anni. Condizioni meteorologiche permettendo, saranno anche compiute osservazioni serali del cielo, per

sfruttare al meglio l'occasione di passare qualche notte in una località lontana dalle luci delle città.

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

016 5770050

### MOSTRE E SPETTACOLI

#### 🌱 Darwin 1809-2009

Roma, Palazzo delle esposizioni

Fino al 3 maggio 2009

Milano, Rotonda della Besana

4 giugno – 25 ottobre 2009

Bari, Castello normanno-svevo

Novembre 2009 – marzo 2010

Partita dall'American Museum of Natural History di New York e dopo aver fatto tappa nelle principali capitali straniere, è arrivata in Italia la più ampia mostra mai realizzata su Charles Darwin, a inaugurare i festeggiamenti per il suo bicentenario. L'esposizione parte dalla biografia avventurosa del giovane naturalista e dalle sue complesse relazioni familiari per

■ ■ ■ ■ ■ INTERVISTA

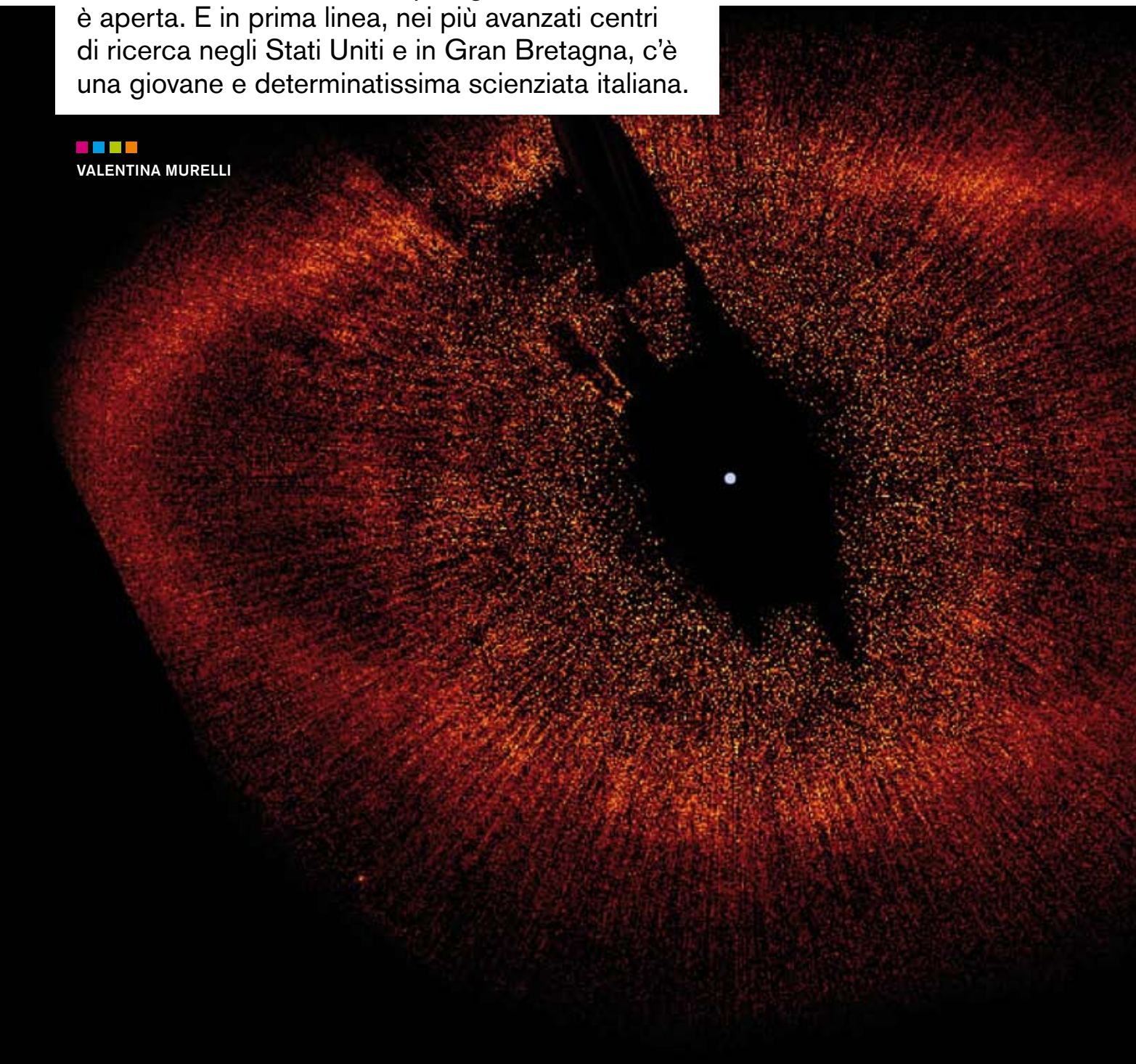
Al lavoro con Giovi caldi, Super Terre  
e nuovi telescopi

# GIOVANNA TINETTI RACCONTA

La caccia al possibile “gemello” extrasolare della Terra, un pianeta al di fuori del Sistema Solare con caratteristiche di abitabilità paragonabili al nostro, è aperta. E in prima linea, nei più avanzati centri di ricerca negli Stati Uniti e in Gran Bretagna, c'è una giovane e determinatissima scienziata italiana.

■ ■ ■ ■ ■

VALENTINA MURELLI







📍 Il pianeta extrasolare Fomalhaut b (nel riquadro), "immortalato" dal telescopio spaziale Hubble. Il punto luminoso corrispondente al pianeta si trova all'interno dell'alone di materia che, come un'enorme ciambella rossa, circonda la stella Fomalhaut, qui coperta da un filtro nero per impedire che la sua luminosità oscuri quella del pianeta.

## Con l'osservazione diretta di esopianeti abbiamo anticipato notevolmente i tempi, aprendo subito nuovi campi di indagine previsti per il futuro

NASA, ESA, P. KALAS, J. GRAHAM, E. CHIANG, E. KITE, (UC, BERKELEY), M. CLAMPIN (NASA GSFC), M. FITZGERALD (LNL), K. STAPELFELD, E. J. KRIST (NASA JPL)



📍 Immagine del telescopio Keck al tramonto, pronto per una notte di osservazioni.

**P**er astronomi e astrofisici, novembre 2008 è stato decisamente un mese da ricordare. Per la prima volta, tre diversi gruppi di ricerca sono riusciti a osservare direttamente alcuni esopianeti, pianeti che si trovano, cioè, al di fuori del Sistema Solare, in orbita intorno ad altre stelle. Come per esempio Fomalhaut b, un pianeta grande tre volte Giove, che nelle immagini inviate dal telescopio spaziale Hubble appare come un piccolo punto luminoso accanto alla sua stella Fomalhaut. «È stata una grandissima sorpresa, davvero molto emozionante», dichiara l'astrofisica Giovanna Tinetti, ricercatrice allo University College di Londra, dopo un lungo periodo passato in California, al Jet Propulsory Laboratory della Nasa e al California Institute of Technology. Tinetti, che ha 37 anni, si occupa da meno di dieci di pianeti extrasolari, ma è già un nome importante del settore. Non tanto per la scoperta di nuovi oggetti celesti – non è una "planet hunter" – ma perché a lei si deve la prima segnalazione della presenza di acqua, metano e diossido di carbonio nell'atmosfera di un pianeta in orbita in un sistema stellare diverso dal nostro.

**Per i non esperti è molto suggestivo sapere che esistono immagini vere e proprie di pianeti lontani, ma perché l'osservazione diretta di esopianeti ha suscitato tanto entusiasmo anche tra gli addetti ai lavori?**

Perché non credevamo di essere già pronti per scoperte di questo tipo. Lo studio dei pianeti

Fomalhaut b Planet

2004  
2006



## Dallo studio di altri sistemi stellari ci aspettiamo di riuscire a conoscere meglio il nostro Sistema Solare

➔ **Rappresentazione grafica di Fomalhaut b, in orbita intorno alla sua stella. Nel riquadro, Giovanna Tinetti.**

extrasolari è una scienza giovanissima: il primo è stato individuato solo nel 1995. Oggi, però, se ne conoscono già più di 300, in maggioranza individuati con metodi indiretti, attraverso lo studio degli spettri di radiazioni emessi dai pianeti e rilevati sempre dai telescopi. L'accelerazione è stata molto forte, ma pensavamo che saremmo arrivati all'osservazione diretta con un telescopio solo tra qualche anno. Invece, Hubble ha fotografato Fomalhaut b e i telescopi a infrarossi terrestri Keck e Gemini Nord sono riusciti a "immortalare" tre pianeti in orbita attorno alla stella HR8799, nella costellazione di Pegaso: abbiamo anticipato notevolmente i tempi, aprendoci subito nuovi campi di indagine previsti per il futuro.

### **Come è stato possibile?**

Con molta abilità tecnica è un po' di astuzia: la

difficoltà aguzza l'ingegno. Il fatto è che una stella è milioni di volte più luminosa dei pianeti che potrebbero orbitare intorno e tende a oscurarli: riuscire a vederli con un telescopio, da molto lontano, è difficilissimo. Per questo, da un lato ci si è concentrati sulla ricerca di pianeti "facili": pianeti molto giovani e quindi ancora caldi, che emettono radiazioni infrarosse e il cui contrasto con la stella madre è minore. Dall'altro, si è lavorato per mettere a punto speciali strumenti e software di analisi in grado di bloccare la maggior parte della luce stellare. Qualcosa di simile a un coronografo, uno speciale telescopio che permette di osservare la corona solare, generando delle eclissi artificiali che "coprono" gran parte del disco solare.

**Che ne sarà dei metodi indiretti – velocità radiale, lenti gravitazionali e transito, per esempio – utilizzati finora per l'individuazione**



ESA/NASA/L. CALCADA

## COME TROVARE NUOVI PIANETI SENZA VEDERLI

Anche senza poterli osservare direttamente, per 13 anni gli scienziati hanno individuato pianeti extrasolari attraverso alcuni "trucchi" astronomici. Ecco i metodi più utilizzati:

### Metodo delle velocità radiali

Due corpi legati tra loro dall'attrazione gravitazionale, come un pianeta e la sua stella, ruotano entrambi intorno al comune centro di massa con una certa velocità. La presenza di un pianeta, quindi, fa sì che la stella si muova intorno al centro di massa del sistema.

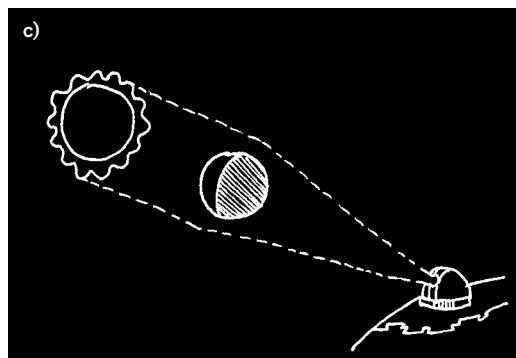
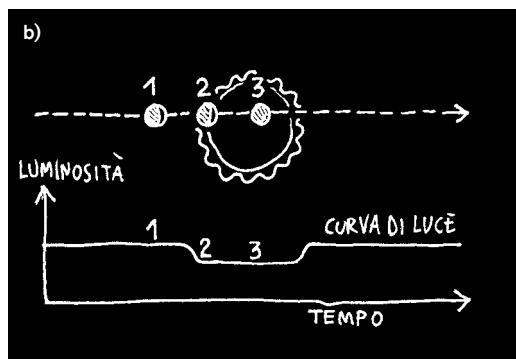
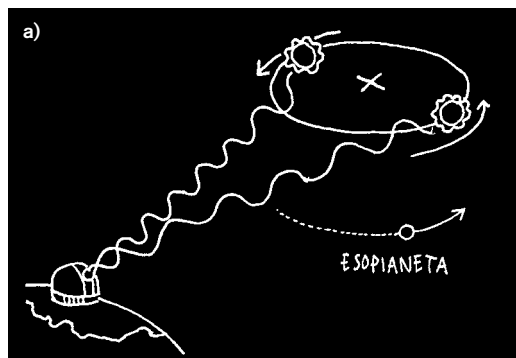
Tale moto viene registrato dall'osservatore (il telescopio) come un periodico avvicinarsi e allontanarsi della stella, grazie all'effetto Doppler: lo spettro della radiazione emessa si sposta verso il blu quando la stella si avvicina e verso il rosso quando la stella si allontana.

### Metodo del transito

Può essere utilizzato per pianeti che, orbitando intorno alla loro stella, si muovono tra l'osservatore, cioè il telescopio, e la stella stessa. Quando questo succede, il pianeta copre una piccola porzione della stella, riducendone temporaneamente la luminosità. Perché la variazione nella luminosità di una stella si possa attribuire alla presenza di un pianeta e non a una fluttuazione occasionale, è necessario che essa venga registrata a intervalli regolari.

### Metodo della microlente gravitazionale

Si basa su un particolare effetto astronomico, che si verifica quando l'osservatore, una stella e un suo pianeta sono allineati: in queste condizioni, i campi gravitazionali del pianeta e della stella "cooperano", rendendo più luminosa un'eventuale altra stella allineata sullo sfondo.



## degli esopianeti? Sono destinati ad andare in pensione?

Assolutamente no: l'osservazione diretta è uno strumento in più nelle nostre mani, ma non soppianta tutti gli altri, che possono essere utilizzati per scopi differenti. Il metodo del transito, per esempio, è quello che ha permesso al mio gruppo di ricerca di studiare le caratteristiche dell'atmosfera di HD189733b, un pianeta gassoso gigante in orbita nella costellazione della Volpetta, a 63 milioni di anni luce da noi. Grazie a questo metodo abbiamo scoperto che la sua atmosfera contiene molecole di acqua, di metano e di diossido di carbonio.

## Keck e Gemini Nord sono posizionati alle isole Hawaii. Sembra impossibile riuscire a vedere dalla Terra pianeti così lontani...

In effetti è molto difficile e proprio per questo

motivo esserci riusciti è davvero una buona notizia. Anche in questo caso c'è un problema tecnico, rappresentato dall'atmosfera terrestre, che distorce e riduce la maggior parte della radiazione elettromagnetica proveniente dallo spazio: come ho già detto, la luminosità degli esopianeti è molto bassa ed è ridotta ulteriormente dal "filtro" dell'atmosfera. Gli scienziati hanno lavorato molto su accorgimenti tecnici che permettono di migliorare il potere di risoluzione degli strumenti. Probabilmente, nei prossimi anni otterremo grandi risultati dall'osservazione da Terra ed è importante che sia così, anche perché siamo in una fase di transizione per quanto riguarda i telescopi spaziali. Tra poco, il telescopio a infrarossi Spitzer (uno dei più usati nella ricerca di esopianeti) smetterà di funzionare perché sta esaurendo le scorte di elio necessarie a raffreddarlo. Hubble rimarrà solo, in attesa che, nel 2013, venga lanciato il suo

➔ **Rappresentazione schematica dei principali metodi per l'osservazione indiretta di esopianeti:**  
**a) velocità radiali;**  
**b) transito;**  
**c) microlente gravitazionale.**



## ALLA RICERCA DEL PIANETA ABITABILE

Trovare un pianeta con l'acqua, nei suoi tre diversi stati: liquido, gassoso, solido. È questo il primo obiettivo da raggiungere nella ricerca di vita extraterrestre. Fino a poco tempo fa, le caratteristiche richieste a un pianeta perché si potesse sperare nella presenza di acqua, e si potesse quindi considerarlo abitabile, erano molto semplici: roccioso, non troppo grande, né troppo caldo né troppo freddo. Quanto alla temperatura, si pensava che per garantirne dei valori adeguati bastasse trovarsi nella cosiddetta "zona abitabile" di una stella (*Goldilocks zone*, in inglese), una regione dello spazio posta alla "giusta" distanza dalla stella stessa.

Tuttavia, è sempre più evidente che le cose possono essere più complicate di così, come racconta un articolo pubblicato su "New Scientist" [1]. Tanto per cominciare, la distanza di un pianeta dalla sua stella potrebbe non essere l'unico parametro in gioco nel determinare le caratteristiche fisiche dell'eventuale acqua presente. Molto importanti in questo senso sarebbero anche la sua massa, il tipo di atmosfera, il modo in cui orbita intorno alla stella. Marte, per esempio, pur trovandosi nella zona abitabile del nostro Sistema Solare, non ha caratteristiche di abitabilità: è troppo piccolo, per cui il suo interno si è raffreddato troppo rapidamente, "spegnendo" tutte le attività vulcaniche. Ora, le attività vulcaniche sono quelle che, sulla Terra, hanno rilasciato CO<sub>2</sub> sufficiente per creare l'effetto serra, che ha riscaldato la superficie del pianeta. La scarsità di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera di Marte mantiene la sua superficie a una temperatura troppo bassa, che impedisce la presenza di acqua liquida.

Non solo: non è detto che un pianeta debba essere sempre abitabile al 100% (neppure la Terra lo è): può esserlo in alcune porzioni di superficie, o in alcuni periodi dell'anno, oppure può esserlo stato per un periodo più o meno lungo in passato. E c'è sempre la possibilità che, su altri pianeti, si siano sviluppate forme di vita indipendenti dall'acqua, magari piccoli organismi immersi in un mare di metano liquido.

La ricerca di Terre abitabili sarà affidata, nei prossimi anni, a diversi strumenti di osservazione di nuova generazione; molte aspettative sono riposte nella missione Kepler della Nasa, avviata da pochissimi giorni. Il nuovo telescopio spaziale è progettato per monitorare oltre 100 000 stelle con l'obiettivo di rintracciare, tramite il metodo del transito, i pianeti posti nella zona abitabile e di dimensioni simili alla Terra. In questa ricerca il telescopio sarà fortemente avvantaggiato dal trovarsi in orbita intorno al Sole e non alla Terra: il suo "sguardo" sul cielo, libero da intralci, potrà registrare con maggior successo eventuali periodicità nella variazione della luminosità delle stelle osservate.

### RISORSE



1. D. Shiga, *Back to the drawing board*, "New Scientist", 2008, 2683, pp. 36, 39.



J. WEIZMAN, US NSF

📍 **Iceberg nei pressi della Penisola Antartica. Anche in ambienti inospitali come le acque dell'Antartico possono trovarsi forme di vita, come batteri e invertebrati.**

successore, il James Webb Space Telescope, frutto della collaborazione tra Nasa, Agenzia spaziale europea (Esa) e Agenzia spaziale canadese (Csa): teniamo tutti le dita incrociate perché Hubble "regga" senza problemi.

### Perché è così importante studiare i pianeti extrasolari?

A volte, guardare le cose da lontano aiuta a conoscerle meglio. Lo studio degli altri pianeti del Sistema Solare, per esempio, ci ha permesso di approfondire le nostre conoscenze sulla Terra. Allo stesso modo, ci aspettiamo che lo studio di altri sistemi stellari ci permetterà di conoscere meglio il Sistema Solare, di capire se e quanto è stato unico nella sua formazione e nella sua evoluzione. Lo studio dei pianeti extrasolari apre inoltre prospettive ancora più suggestive, perché potrebbe portarci a riconoscere pianeti cosiddetti

"abitabili", cioè candidati a ospitare la vita. Molte ricerche stanno prendendo proprio questa direzione: in pratica, si tratta di cercare negli spettri di emissione dei pianeti indicatori dell'esistenza di processi biologici o, perlomeno, di condizioni adatte alla vita come noi la conosciamo, come la presenza di acqua.

### In questo senso, che cosa ci dice la sua scoperta relativa all'atmosfera di HD189733b?

La scoperta ha avuto una grande risonanza mediatica: è ovvio che, se cerchiamo vita extraterrestre, la cerchiamo nelle forme che noi conosciamo e che dipendono dalla presenza di acqua. Aver trovato acqua nell'atmosfera di un pianeta lontano ha fatto sognare molti, e ancor più suggestiva è stata la scoperta di metano e diossido di carbonio che, contenendo atomi di carbonio, possono costituire la premessa per la



formazione di molecole organiche. Però è impossibile che HD189733b ospiti forme di vita. Si tratta infatti di un gigante gassoso molto vicino alla sua stella e quindi terribilmente caldo: la temperatura atmosferica dovrebbe aggirarsi intorno ai 700 °C. Molti esopianeti individuati finora hanno queste caratteristiche e, vista la somiglianza con Giove, sono stati raggruppati nella classe dei cosiddetti "Giovi caldi", veri e propri inferni, dal punto di vista dell'abitabilità.

### Quali sono i pianeti più promettenti in questo senso?

Probabilmente le cosiddette "Super Terre", pianeti rocciosi di dimensioni più contenute e quindi con atmosfere ridotte rispetto ai Giovi caldi. La Super Terra più piccola finora identificata è grande tre o quattro volte la Terra. Oggi questi pianeti sono un argomento di conversazione molto "alla moda" tra gli esperti, anche perché i dati a disposizione ci dicono che è probabile che le Super Terre si trovino in una buona posizione rispetto alle loro stelle (né troppo vicine, né troppo lontane). Però non possiamo per ora dire di più, perché per conoscerle meglio bisognerebbe studiarle con il metodo del transito, ma tutte quelle identificate finora non transitano. Spero davvero che qualcuno ne scopra presto una che transita! In ogni caso, per individuare pianeti sempre più simili alla Terra bisognerà probabilmente aspettare la prossima generazione di telescopi (a meno che non accada qualcosa di sorprendente come è successo con l'osservazione diretta). Penso che nei prossimi anni, con il miglioramento delle tecniche a disposizione, aumenterà il numero dei pianeti conosciuti, tra cui quelli con caratteristiche abitabili.

### Adesso in che direzione è orientata la sua attività di ricerca?

Questo è un lavoro in cui bisogna tenere il piede non in due ma in mille scarpe... Una "scarpa" è l'osservazione dei pianeti in transito, come ho fatto per HD189733b. Uno dei pianeti di cui ci stiamo occupando, insieme ad altri gruppi di ricerca, è Gliese 436b, un "Nettuno caldo", che ruota attorno a una stella piuttosto freddina con orbita eccentrica. Fa parte di una nuova classe di oggetti celesti, tutta da capire meglio. Il piede nelle altre 999 scarpe serve a prepararsi il futuro. Stanno per essere lanciati nuovi telescopi: bisogna essere pronti, capire quali sono le caratteristiche dei vari strumenti per adattare alle proprie esigenze. E bisogna convincere gli enti spaziali dell'importanza della nostra ricerca: tutti aspettano i telescopi, non solo per studiare i pianeti extrasolari. Per questo,

bisogna "farsi pubblicità": essere presenti a conferenze e congressi. Io viaggio molto: il mio migliore amico è il mio portatile.

### Un'ultima domanda: lei è andata via giovanissima dall'Italia. Pensa di tornare?

Me ne sono andata quando ho capito che dalla fisica delle particelle, di cui mi ero occupata durante la tesi e il dottorato, avrei voluto passare all'astrofisica e alla ricerca sui pianeti extrasolari. Non è stato tutto facile: cambiare Paese, spostarsi in un posto così culturalmente lontano come gli Stati Uniti ha comportato delle difficoltà, ma mi ha permesso di fare davvero quello che mi interessava, ai massimi livelli e anche saltando le tappe. Poi ho deciso di riavvicinarmi, di tornare in Europa, ma in Italia penso sarà difficile: di ricerca sui pianeti extrasolari in Italia non se ne fa molta. ☹



### IN RETE!

**Nasa: tutto sugli esopianeti** Sito davvero ricchissimo sull'esplorazione di pianeti al di fuori del Sistema Solare: news, multimedia, interviste a ricercatori e altro ancora.  
[http://planetquest.jpl.nasa.gov/Planet\\_Finder/planetfinder.html](http://planetquest.jpl.nasa.gov/Planet_Finder/planetfinder.html)

**Costruisci il tuo sistema stellare** Un divertente tool che simula l'interazione gravitazionale di stelle e pianeti del sistema costruito dall'utente.  
<http://www.alienearts.org/online/starandplanetformation/planetfamilies.php>

**Metodi di osservazione** Presentazione semplice ma molto efficace sui metodi indiretti e diretti utilizzati per l'individuazione di esopianeti.  
[http://planetquest.jpl.nasa.gov/Planet\\_Finder/planetfinder.html](http://planetquest.jpl.nasa.gov/Planet_Finder/planetfinder.html)

**Il successore di Hubble** Sito del James Webb Space Telescope, telescopio a infrarossi che "sostituirà" Hubble nel 2013.  
[www.jwst.nasa.gov](http://www.jwst.nasa.gov)

**Missione Kepler** Sito della nuova missione Nasa "alla ricerca di pianeti abitabili", partita da Cape Canaveral il 6 marzo 2009.  
[www.nasa.gov/kepler](http://www.nasa.gov/kepler)



### PER APPROFONDIRE

— P. Bianucci, *Viaggio verso l'infinito. Le sette tappe che ci hanno svelato l'universo*, Gruppo B, Milano, 2009.

— L. Bignami, G. Ranzini, D. Venturoli, *La vita nell'universo*, Bruno Mondadori, Milano, 2007.

— M.K. Gainer, *Fare Astronomia con piccoli telescopi*, Springer Verlag, Milano, 2009.



### VALENTINA MURELLI

è giornalista e redattrice scientifica free lance. Collabora con varie testate tra cui "Le Scienze", "Mente e Cervello" e "L'Espresso".



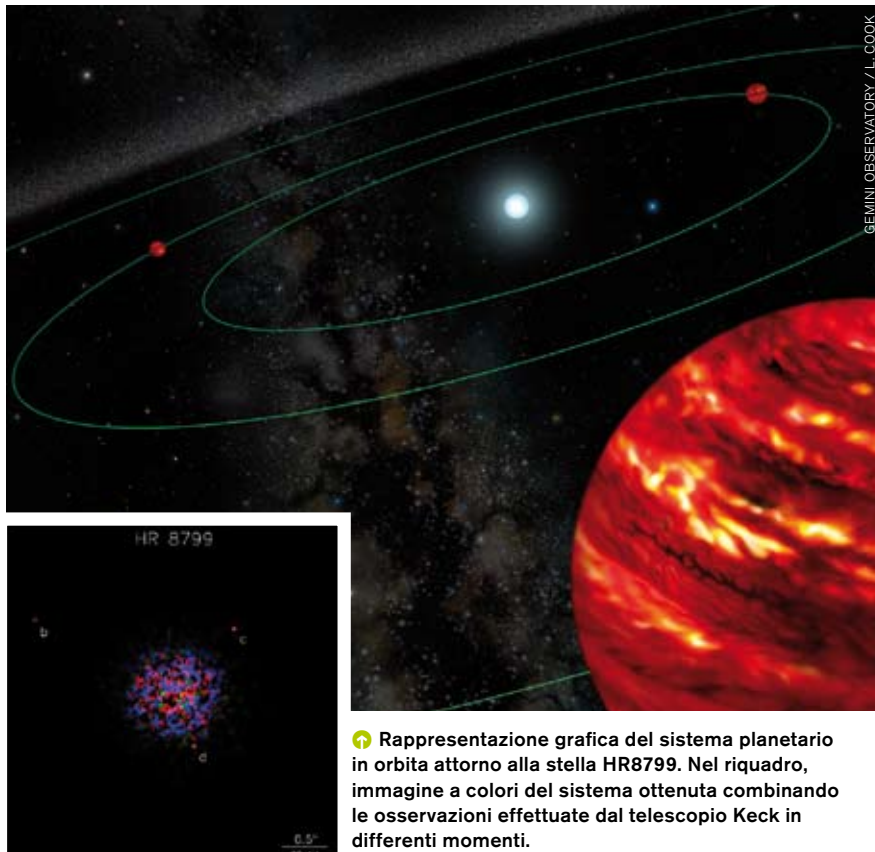
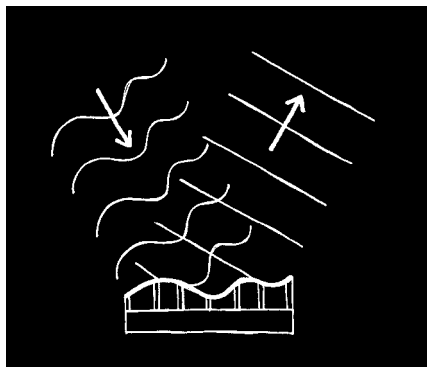
# Un passo in avanti

## PIANETI ALLO SPECCHIO

Il 13 novembre 2008 i telescopi Keck e Gemini Nord dell'osservatorio di Mauna Kea, nell'isola Hawaii, per la prima volta hanno "scattato una fotografia" di un sistema planetario dove sono chiaramente distinguibili tre pianeti in orbita intorno a una stella. Quest'ultima, chiamata HR8799, ha dimensioni pari a una volta e mezzo quelle del nostro Sole e dista 140 anni-luce dalla Terra. I tre pianeti sono di tipo gioviano (la loro massa è circa 7-10 volte quella di Giove); non è escluso che tecnologie ancora più raffinate permettano di individuarne altri, più interni e simili ai pianeti terrestri. Per la prima volta, quindi, si sono "visti" dei pianeti extrasolari, mentre le scoperte precedenti – non meno importanti – si basavano su metodi indiretti.

### Osservazioni da Terra

Più precisamente, i grandi telescopi ottici, posti sulla sommità del vulcano Mauna Kea a più di 4000 m di quota, sono riusciti a distinguere la radiazione emessa dai pianeti da quella della loro stella, là dove in precedenza si poteva registrare soltanto una "macchia" confusa. L'immagine raccolta è il risultato di un insieme di accorgimenti tecnologici che hanno permesso, negli ultimi anni, di perfezionare le osservazioni compiute da Terra. I telescopi Keck e Gemini, infatti, oltre a disporre di enormi specchi riflettori, si avvalgono, per le lunghezze d'onda che vanno dal quasi-infrarosso all'infrarosso, di una tecnologia estremamente raffinata – e altrettanto



➤ **Rappresentazione grafica del sistema planetario in orbita attorno alla stella HR8799. Nel riquadro, immagine a colori del sistema ottenuta combinando le osservazioni effettuate dal telescopio Keck in differenti momenti.**

costosa – chiamata **ottica adattiva**, che permette di minimizzare gli effetti della turbolenza dell'atmosfera terrestre, da sempre un grosso limite per le osservazioni da Terra. È proprio per eludere il più possibile questo problema che i grandi telescopi terrestri si trovano a quote elevate e che, nel recente passato, sono stati messi in orbita i telescopi spaziali.

### Eliminare le distorsioni

L'effetto della turbolenza è simile a quello di un difetto visivo quando osserviamo una sorgente di luce puntiforme: non vediamo un punto stabile, ma una sorgente tremolante e sfocata. Certo, applicare l'ottica adattiva non è semplice come indossare un paio di occhiali! In breve, il funzionamento è il seguente: tramite un meccanismo computerizzato,

si misurano le distorsioni prodotte dall'atmosfera sulla luce di un oggetto luminoso (una stella) posto vicino all'oggetto da osservare (per esempio, una galassia lontana o un sistema planetario). Queste informazioni vengono trasmesse a un insieme di specchi mobili in grado di deformarsi per riprodurre le distorsioni in forma uguale e opposta, in modo da compensare quelle della luce in arrivo dalla sorgente più lontana. L'immagine generata da questi specchi risulta così pulita dal rumore dell'atmosfera. Il "gioco di specchi" deve aggiornarsi centinaia di volte al secondo, data la natura instabile delle turbolenze. E se non c'è una stella vicina? È possibile inviare un raggio laser verso gli strati superiori dell'atmosfera, vicino all'oggetto da osservare, riproducendo una sorgente di luce – una stella artificiale.



## Ora tocca a te

### DOMANDE E ATTIVITÀ

- Oggi i grandi telescopi ottici si avvalgono di specchi di notevoli dimensioni che necessitano di un'eccellente cura tecnologica sia nella realizzazione, sia nel montaggio e nella manutenzione. Per quale motivo sono così determinanti le dimensioni degli specchi? Fai una ricerca in Internet per individuare quali sono i telescopi riflettori di dimensioni maggiori al mondo, dove si trovano e quali sono le loro caratteristiche principali.
- Il telescopio spaziale Hubble, in orbita dal 1990, ha aperto una finestra sorprendente sullo spazio profondo, restituendo immagini di forte impatto estetico ed

emotivo, oltre che di grande valore scientifico. Presto andrà in pensione; i grandi telescopi terrestri, tuttavia, dovranno competere con nuove generazioni di telescopi spaziali.

- Fai una breve ricerca e applica le tue conoscenze per elencare vantaggi e svantaggi dei telescopi a Terra e di quelli spaziali.
- Recupera in Internet una quindicina di immagini di Hubble che, secondo te, hanno plasmato la nostra percezione dello spazio oltre il Sistema Solare, e costruisci un breve slide-show da presentare alla tua classe.
- Come lavorano oggi astronomi e astrofisici? Senz'altro non risiedono tutti sugli altopiani del Cile o sui vulcani delle

Hawaii! La possibilità di lavorare da remoto fa sì che gli osservatori astronomici assegnino a università e centri di ricerca sparsi in tutto il mondo degli intervalli di tempo-macchina da sfruttare per l'osservazione. Scegli il sito di un grande telescopio ottico e, con l'aiuto dell'insegnante di inglese, trova la sezione dedicata a chi vuole sottoporre una candidatura per un progetto di ricerca, e osserva come è strutturata.

### SCIENZA E SOCIETÀ

Siamo soli nell'Universo? Da moltissimo tempo, gli esseri umani si interrogano sulla possibilità che esistano forme di vita (o addirittura vere e proprie civiltà) extraterrestri. A partire dagli anni Sessanta, sono stati lanciati – soprattutto in università ed enti di ricerca statunitensi – diversi progetti di ricerca denominati nel complesso progetto SETI, acronimo di *Search for Extra-Terrestrial Intelligence* (ricerca di intelligenza extraterrestre), dedicati appunto alla ricerca della vita (e in particolare della vita intelligente), nel cosmo. Dopo una ricerca in biblioteca o su Internet, prepara una breve presentazione per spiegare ai compagni per quale motivo, secondo gli scienziati, non sono mai stati individuati segnali di vita extraterrestre. Ricorda che di questo problema si occupò anche Enrico Fermi, ponendo quello che, in seguito, è stato definito proprio come paradosso di Fermi: se, in base alle stime ottimistiche di alcuni scienziati (per esempio Frank Drake), la possibilità che ci siano nell'Universo civiltà evolute è alta, "dove sono tutti quanti"?

### SCRIVERE DI SCIENZA

Idrogeno, elio e un po' di polveri solide: è dalla condensazione di queste sostanze che, 4,6 miliardi di anni fa, è nato il Sole. Dopo una ricerca in biblioteca o su Internet, scrivi un breve articolo/saggio sulla formazione del Sistema Solare, provando a riflettere anche sulla sua possibile evoluzione futura.



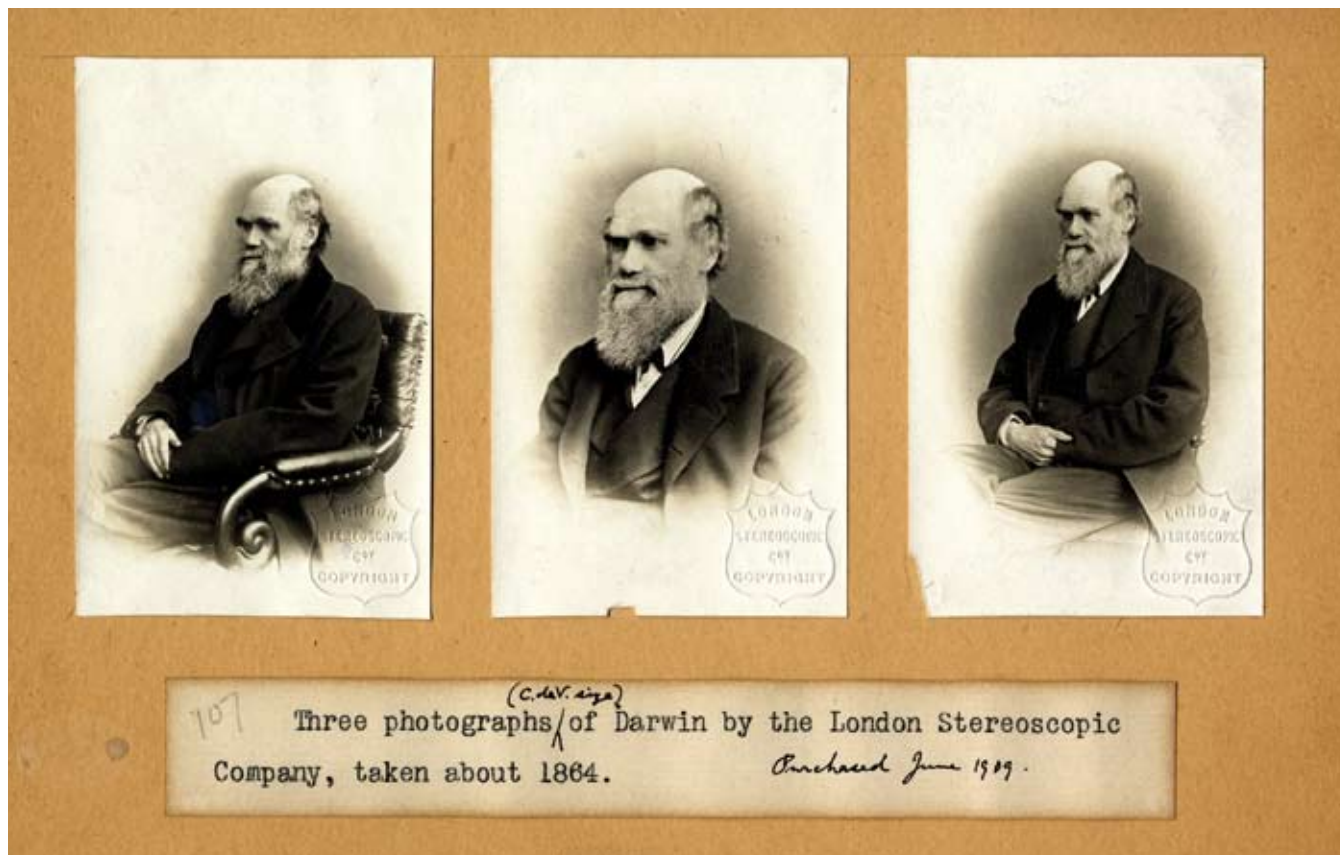
Propagazione del raggio laser dal telescopio Gemini Nord di Mauna Kea.

# L'eredità di Darwin. In medicina

Nel bicentenario della nascita del padre della teoria dell'evoluzione per selezione naturale, uno storico della medicina spiega l'importanza del punto di vista evolutivo per lo studio delle cause delle malattie. E per l'individuazione di nuove strategie per combatterle.

GILBERTO CORBELLINI

**N**el corso del suo viaggio sul brigantino *Beagle*, Charles Darwin sostò a Sidney, tra il 12 e il 30 gennaio del 1836. Come risulta dal suo diario, durante quel soggiorno, fu colpito dalle condizioni di salute degli aborigeni, che lo portarono a riflettere sulle cause della decadenza e dell'estinzione delle popolazioni indigene. Egli constatò che quelle popolazioni, così efficienti nel loro ambiente naturale, vivevano ai margini della società civilizzata, e il loro numero diminuiva come conseguenza della diffusione dell'alcolismo, dell'esposizione alle malattie europee e dell'elevata mortalità infantile dovuta al vagabondaggio. Darwin si soffermò in particolare sul fatto, già ben noto, che anche le malattie più miti per gli europei, come il morbillo, avevano sugli indigeni effetti distruttivi e rammentò anche i racconti di vari medici e antropologi, i quali sostenevano che le malattie sembravano cambiare caratteristiche in rapporto al clima. «Nella piccola isola di Sant'Elena», scriveva Darwin in nota al testo «l'introduzione della febbre scarlattina è minacciosa quanto la peste. In alcuni paesi, stranieri



THE NATURAL HISTORY MUSEUM, LONDON



## Darwin aveva capito che, dal punto di vista dell'evoluzione, la salute dell'organismo non è poi così importante

e nativi sono colpiti in modi così diversi da certe malattie contagiose, come se fossero animali diversi...»[1].

Darwin stava constatando un fenomeno che si sarebbe potuto spiegare facilmente alla luce della sua teoria dell'evoluzione mediante selezione naturale. Vale a dire, il fatto che se popolazioni di individui vissuti in un determinato ambiente, dove operavano specifici fattori selettivi rispetto ai quali avevano sviluppato adattamenti biologici o culturali, si spostavano in un contesto ambientale diverso o incontravano nuovi fattori selettivi (come malattie infettive sconosciute importate da stranieri) non potevano utilizzare gli adattamenti acquisiti, e quindi risultavano svantaggiati o più vulnerabili. Poiché fino agli Settanta dell'Ottocento non si sapeva che le malattie infettive sono causate da microrganismi viventi, Darwin non poteva inquadrare le infezioni come fattori selettivi. Nondimeno, alcuni medici che viaggiavano nei paesi tropicali spiegavano gli adattamenti delle "razze umane" ai diversi climi come un processo di selezione che porta all'acquisizione della capacità di sopportare le malattie tipiche di una data regione.

Darwin non aveva solo capito che il fenomeno dell'adattamento all'ambiente ha delle implicazioni per quanto riguarda le condizioni che possono mantenere in salute o causare malattie, ma anche il fatto che, dal punto di vista dell'evoluzione, la salute dell'organismo non è così importante. «Sventatamente poco importa, per quanto spetta all'ereditabilità, che una qualità o una conformazione sia dannosa, purché sia compatibile con la vita; le molte opere che trattano dell'ereditabilità delle malattie non lasciano nessun dubbio in proposito. [...] Si potrebbe redigere un lungo catalogo di tutte le deformazioni

o predisposizioni a diverse malattie, riconosciute come ereditarie»[2].

### Dalle cause prossime alle cause remote

Già nei decenni successivi alla pubblicazione dell'*Origine delle specie*, vi furono diversi tentativi di applicare i concetti dell'evoluzionismo darwiniano al problema dell'origine e della distribuzione delle malattie. Tuttavia, nella seconda metà dell'Ottocento l'attenzione dei medici era attratta soprattutto dalla possibilità di usare il metodo sperimentale per studiare le "cause prossime" o immediate delle malattie. Per esempio gli agenti patogeni, che potevano essere identificati e inoculati negli animali da laboratorio per riprodurre le malattie umane, oppure, in seguito, cause interne come i geni. L'identificazione delle cause prossime consentiva anche di stabilire verso quali bersagli si doveva concentrare l'azione di cura e prevenzione delle malattie. Solo intorno alla metà del Novecento, l'interesse è tornato a volgersi anche verso le "cause remote" o evolutive e si è cominciato a capire che alcuni problemi medici e sanitari non si spiegavano solo sulla base delle loro cause prossime. Un esempio classico riguarda alcune varianti di geni (alleli), che determinano anomalie incompatibili con la sopravvivenza in condizione di omozigosi, ma che stranamente risultavano particolarmente frequenti nel pool genico di alcune popolazioni. Si scoprì che queste varianti che si erano conservate perché in condizione di eterozigosi, cioè in presenza di un allele mutato e di uno normale, proteggevano contro alcune gravi infezioni. I casi più eclatanti sono indubbiamente quelli dell'anemia falciforme e della talassemia, due malattie dovute a difetti genetici che si riflettono sulla struttura o sulla sintesi



⬆ Anche molte preferenze alimentari sono state plasmate dalla nostra storia evolutiva. Così, per esempio, alcune persone e popolazioni sono insensibili al peperoncino (e quindi lo apprezzano), mentre altre sono ipersensibili alla sua piccantezza, che non tollerano. I rapporti tra evoluzione e cibo sono il tema del libro *A qualcuno piace piccante* di Gary Paul Nabham (Codice Edizioni, Torino, 2005).



### GILBERTO CORBELLINI

insegna storia della medicina e bioetica alla Sapienza - Università di Roma, ed è condirettore della rivista "Darwin". Studia diversi aspetti della storia, dell'epistemologia, dell'etica e della percezione pubblica delle scienze biomediche. Il suo ultimo libro si intitola *Perché gli scienziati non sono pericolosi* (Longanesi, Milano, 2009).

dell'emoglobina. Le mutazioni geniche responsabili di queste condizioni, infatti, si sono diffuse nelle popolazioni che vivevano in zone dove infieriva la malaria grave, perché la forma anomala, ma non letale, dell'emoglobina presente nei soggetti eterozigoti impediva ai parassiti di svilupparsi all'interno dei globuli rossi. Si pensa che altre malattie genetiche, come la fibrosi cistica, siano rimaste nel nostro pool genico per un vantaggio selettivo degli eterozigoti.

Altro fenomeno di interesse medico che ha dimostrato l'importanza della teoria dell'evoluzione per un inquadramento esplicativo è stato la resistenza dei batteri agli antibiotici, venuta alla luce già nel 1947, cioè solo quattro anni dopo dall'entrata in commercio della penicillina. In pratica, con l'osservazione di questo fenomeno si constatava quale conseguenza aveva il fatto che i microrganismi responsabili di malattie infettive (o potenzialmente in grado di diventare patogeni per l'uomo) evolvono come qualsiasi altra forma vivente. Per questi microrganismi, infatti, i nostri presidi medici e sanitari come gli antibiotici, i vaccini o la profilassi igienica dell'acqua, non rappresentano altro che pressioni selettive, a cui rispondono in diversi modi. Nel caso degli antibiotici, in particolare, l'effetto che si osserva quando i trattamenti non sono radicali è la selezione di ceppi resistenti.

### Perché ci ammaliamo?

In che cosa consiste, dunque, l'approccio evolucionistico in medicina? Gli approcci cosiddetti darwiniani ai problemi della medicina richiamano l'attenzione sul fatto

## DALLA NOSTRA STORIA LE MALATTIE DI OGGI

Gli approcci darwiniani in medicina assumono che gran parte delle nostre caratteristiche fenotipiche servivano per sopravvivere come cacciatori-raccoglitori nella savana del Pleistocene. L'invenzione dell'agricoltura e le trasformazioni industriali delle nostre condizioni di vita hanno consentito di risolvere diversi problemi, a cominciare dalla disponibilità di cibo e dalla creazione di condizioni igieniche e politiche molto più sicure. Il nostro metabolismo, tuttavia, continua a essere tarato per far fronte all'alternarsi di periodi di abbondanza e scarsità di cibo e per una vita meno sedentaria. Per questo motivo, ci piacciono ancora i cibi ricchi di calorie, che però non sono più scarsi, e quindi ne mangiamo troppi. Questo, unito al fatto che ci muoviamo meno, tende a farci diventare obesi e a farci sviluppare diabete e malattie cardiovascolari. Sono cambiati anche i modi di riprodursi: facciamo i figli più tardi e ne facciamo di meno. Questo comporta che, nel corso della sua vita, una donna occidentale oggi vada incontro mediamente a oltre 400 ovulazioni, contro le 150 di quando le donne partorivano almeno 5 o 6 volte figli vivi, e allattavano in media per 2 anni (con amenorrea). Una situazione che fa aumentare il rischio di malattie dell'apparato riproduttivo. Anche alcune malattie mentali, in particolare le forme depressive, sono verosimilmente la conseguenza di condizioni di vita che oggi scatenano in forme eccessive, e quindi disadattative, delle risposte comportamentali come ansia e tristezza che, nel contesto di relazioni interpersonali meno frenetiche e numerose, rispondevano a dinamiche comunicative funzionali a una migliore coesione sociale.

Non meno importante è il punto di vista evolutivo per capire l'origine delle allergie e delle malattie autoimmuni. Basti riflettere sul fatto che le reazioni allergiche servivano ai nostri antenati per tenere a bada le infestazioni da vermi parassiti e forse anche per evitare l'assunzione di sostanze tossiche naturali per inalazione. In un ambiente in cui i vermi sono scomparsi e dove domina l'igiene – come quello in cui viviamo, almeno nelle società occidentali – probabilmente alcuni meccanismi di regolazione di queste risposte sono saltati per aria.

che il programma genetico che controlla le funzioni degli esseri viventi (sia di quelli che ci interessa mantenere in salute, cioè noi, sia di quelli che possono causare malattie, come virus e batteri) e determina le loro capacità individuali di rispondere ai cambiamenti e alle sfide ambientali è stato messo a punto nel corso della filogenesi. In altre parole, si è formato attraverso la selezione naturale delle variazioni ereditarie che, nel contesto di dinamiche di popolazione, incrementavano (o comunque non diminuivano) il potenziale riproduttivo degli individui portatori di tali variazioni. Questo significa che le malattie dipendono anche da cause "remote" o "storiche"; queste cause comprendono sia il nostro passato evolutivo, che ci ha dotato di tratti comunque imperfetti e di adattamenti funzionali a un contesto ambientale e a stili di vita del tutto diversi da quelli attuali (storia filogenetica), sia la nostra storia personale, innanzitutto durante la vita fetale e poi attraverso le esperienze individuali, che influenzano le nostre predisposizioni genetiche (storia ontogenetica). In altre parole, la medicina evolucionistica mette l'accento sulla suscettibilità ad ammalarsi che ci

caratterizza sia come specie sia come individui; in questo senso, ammalarsi significa trovarsi in uno stato di disadattamento funzionale rispetto a un determinato contesto ambientale, che rappresenta la fonte delle cause scatenanti (o prossime) delle malattie. Per rispondere alla domanda «perché ci ammaliamo?», la medicina evolucionistica studia l'origine evolutiva dei tratti fenotipici che risultano più vulnerabili, cercando di stabilire se questa vulnerabilità sia dovuta a una naturale imperfezione del tipo di soluzione che il tratto rappresenta a livello evolutivo, oppure se dipende dal fatto che il tratto era adattativo nell'ambiente in cui si è evoluto ed è diventato, in seguito, un fattore di rischio come conseguenza dei cambiamenti intervenuti nell'ambiente. Ragionando all'interno di queste due coordinate ci si può chiedere sia perché ci si ammala di certe malattie con particolare frequenza, sia perché sono cambiate, nel tempo, le malattie che colpiscono le diverse popolazioni.

### Contro il disegno intelligente

Ragionare in termini evolucionistici sulla salute e sulla malattia ha un senso in



Ragionare in termini evuzionistici sulla salute e sulla malattia ha senso in conseguenza del fatto che il nostro corpo non è il risultato di un “disegno intelligente”

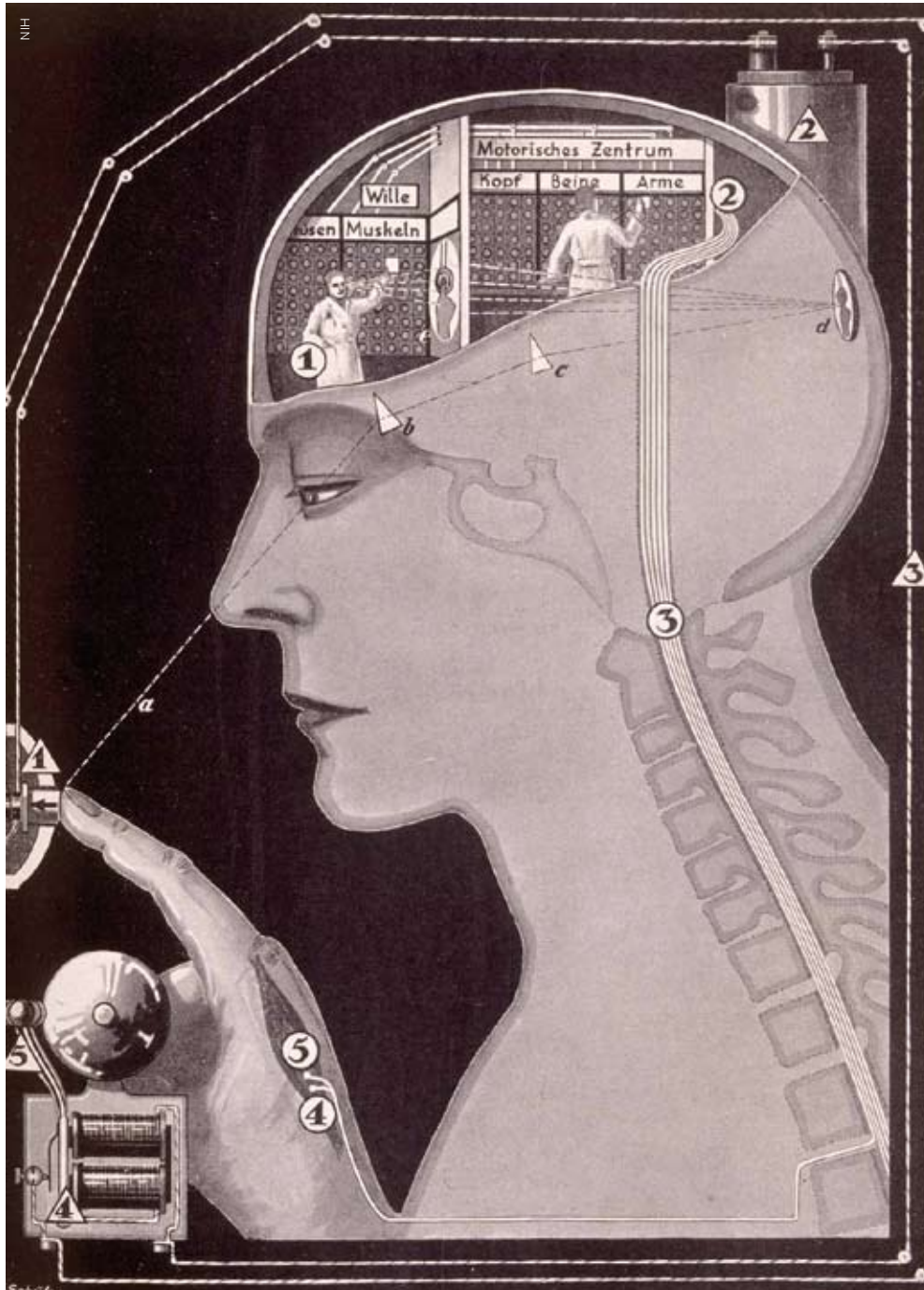
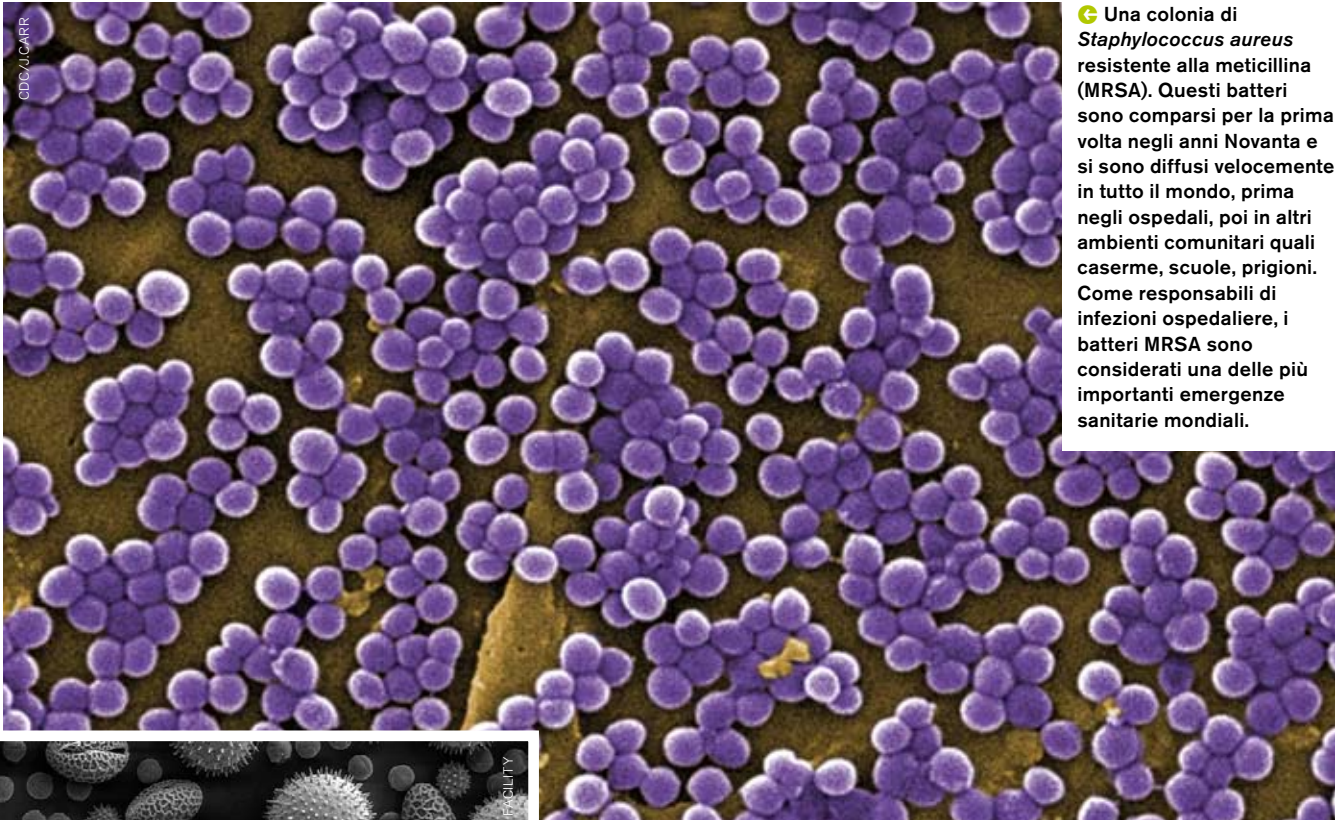
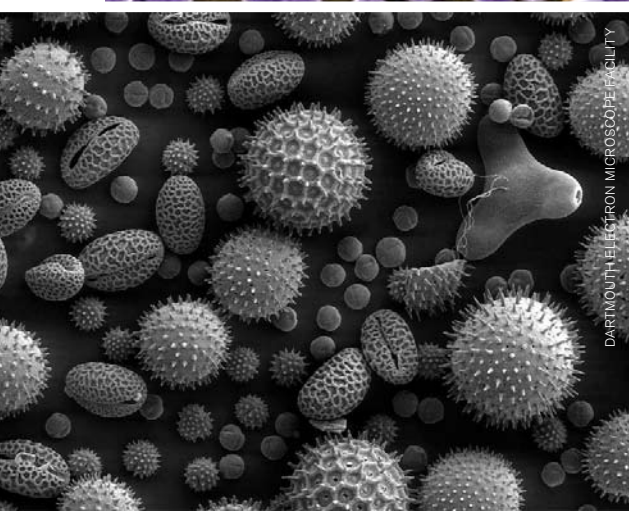


Illustrazione di Fritz Kahn tratta da un libro di anatomia pubblicato in Germania nel 1926. Il sistema nervoso è rappresentato come un complesso sistema di segnalazione elettrica, con il cervello che funge da “ufficio” in cui vengono smistati i vari segnali. L’approccio evuzionistico alla medicina ha portato anche a una drastica revisione del modo di intendere l’anatomia: il corpo umano non è una macchina progettata *ad hoc* e per questo sempre efficiente, ma solo il risultato di “eredità” successive che abbiamo accumulato lungo la nostra storia evolutiva.



Una colonia di *Staphylococcus aureus* resistente alla meticillina (MRSA). Questi batteri sono comparsi per la prima volta negli anni Novanta e si sono diffusi velocemente in tutto il mondo, prima negli ospedali, poi in altri ambienti comunitari quali caserme, scuole, prigioni. Come responsabili di infezioni ospedaliere, i batteri MRSA sono considerati una delle più importanti emergenze sanitarie mondiali.



Granuli di polline di diverse specie di piante al microscopio elettronico. Tra le sostanze in grado di provocare reazioni allergiche, i pollini sono le più diffuse. L'approccio evolucionistico offre un'interessante spiegazione dell'origine delle allergie.

## UNA MANO PER LA PREVENZIONE

Che cosa suggerisce l'approccio darwiniano alla medicina per migliorare la salute umana? Da un punto di vista evolucionistico, gli interventi più efficaci sono quelli preventivi, che devono essere intrapresi prima che i problemi di salute dell'età anziana siano manifesti. Attenzione in primo luogo all'alimentazione e a evitare l'assunzione di sostanze nocive, come fumo e alcool. Inoltre, non sono salutari né una vita troppo sedentaria né troppa attività fisica. Fornire consigli sanitari rappresenta, comunque, solo metà del lavoro. L'altra metà consiste nell'ottenere la collaborazione del paziente a seguirli: in termine tecnico la cosiddetta *compliance*. Una coerente teoria evolutiva della salute deve infatti tener conto che noi preferiamo ciò che è dannoso per la nostra salute rispetto a ciò che non lo è. Le raccomandazioni dei medici vengono percepite come proibizioni moralistiche non per capriccio o libero arbitrio, ma perché negano dei piaceri umani fondamentali. I consigli sanitari contrastano con le inclinazioni naturali: a noi piacciono i cibi ricchi di grassi, sale e zucchero. Ci piace evitare l'attività fisica e fare sesso nelle più diverse condizioni. In generale, una medicina preventiva e della promozione della salute basata sulle prove dell'evoluzione biologica deve guardarsi dall'assumere atteggiamenti dogmatici. In particolare, deve contrastare il concetto, largamente diffuso nell'ambito della tradizione biomedica sperimentale e fisiopatologica, ma spesso anche in ambito epidemiologico e socio-sanitario, che esista uno standard ottimale di funzionalità dell'organismo, come se si trattasse di una macchina progettata ad hoc. In realtà, noi siamo semplicemente il risultato dell'assemblaggio di quei geni che hanno avuto più successo nel cercare di proiettarsi nelle future generazioni.



📌 Vignetta liberamente ispirata a una striscia di *Doonesbury* ([www.doonesbury.com](http://www.doonesbury.com))



conseguenza del fatto che il nostro corpo non è il risultato di un “disegno intelligente”, come dimostra la ricchezza dei nostri difetti anatomici e funzionali. Del resto, questo è inevitabile, dato che la selezione naturale lavora alla cieca e con quello che ha a disposizione. Quindi, è la nostra stessa anatomia a determinare le difficoltà e i rischi del parto, il mal di schiena o le emorroidi. Ma anche il cancro, visto che proprio la non ottimale efficienza dei meccanismi di riparazione delle alterazioni a cui va incontro il DNA nel corso dei processi di replicazione cellulare, consente l’insorgere delle neoplasie. A sua volta, il cancro riesce a proliferare e a eludere i trattamenti utilizzando delle strategie evolutive di natura darwiniana, cioè sfruttando quegli stessi processi di selezione che consentono anche ai parassiti di sviluppare la resistenza ai farmaci. Per la medicina evoluzionistica non è nemmeno una sorpresa quello che i clinici hanno sempre saputo e che si sta capendo meglio con gli sviluppi della genomica, e cioè che il rischio di ammalare di una particolare malattia, il decorso clinico di un disturbo, nonché la risposta ai trattamenti sono diversi da un

paziente all’altro. E, ancora, che alcuni tipi di rischi o alcune risposte sono più frequenti in certe popolazioni piuttosto che in altre. Si tratta semplicemente della conseguenza del fatto che ognuno di noi è portatore di un genoma individuale, che contiene i geni che si sono conservati nel corso della storia evolutiva della specie, assemblati in modo unico ed esposti a esperienze storiche uniche – quelle della nostra biografia – che ne modulano l’espressione in rapporto all’ambiente. In altre parole, le analisi in chiave evolutiva dei problemi della medicina presuppongono il concetto che l’organismo umano non sia una macchina costruita a partire da un progetto, ma qualcosa di individuale e singolare in ragione della sua storia evolutiva (filogenetica) e personale (ontogenetica). Insomma, la famosa battuta del genetista russo Theodosius Dobzhansky, per il quale «nulla ha senso in “biologia” se non alla luce dell’evoluzione», vale anche per la “medicina”. E gli approcci evoluzionistici o darwiniani, affiancandosi alla ricerca sperimentale e clinica possono migliorare la capacità dei medici di curare e prevenire le malattie, ovvero migliorare le opportunità di salute. 🟢

#### PER APPROFONDIRE

— G. Corbellini, *EBM. Medicina basata sull’evoluzione*, Laterza, Bari, 2007.

— R. Nesse e G.C. Williams, *Perché ci ammaliamo*, Einaudi, Torino, 1999.

#### IN RETE!

**Medicina evoluzionistica** su wikipedia.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Evolutionary\\_medicine](http://en.wikipedia.org/wiki/Evolutionary_medicine)

**Stephen Lewis** Ricca raccolta di materiali sul tema allestiti da un docente dell’Università di Chester. [www.chester.ac.uk/~sjlewis/EM/index.html](http://www.chester.ac.uk/~sjlewis/EM/index.html)

**Randolph Nesse** Pagina web di uno dei pionieri della discussione teorica sulla medicina darwiniana, psichiatra all’Università del Michigan. [www-personal.umich.edu/~nesse](http://www-personal.umich.edu/~nesse)

#### RISORSE

1. C. Darwin (1839), *Voyage of the Beagle*, Penguin Books, London 1989, p. 321.
2. C. Darwin (1868), *The variation of Animals and Plants Under Domestication*, 2 vols. 2nd edn. D. Appleton & Co., New York, 1883, pp. 379-380.

# Un passo in avanti

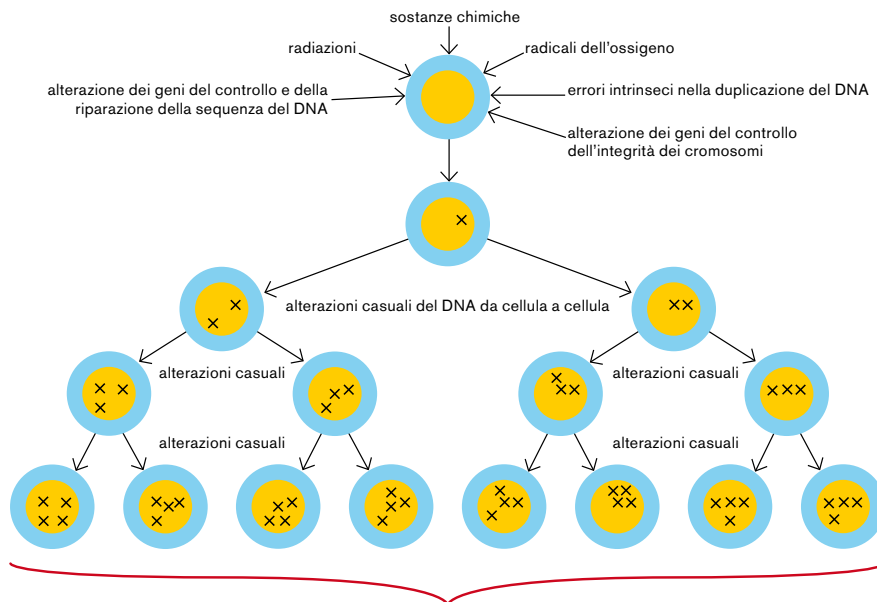
## IL CANCRO COME PROCESSO EVOLUTIVO

I meccanismi fondamentali dell'evoluzione degli organismi viventi sono ben noti: moltiplicazione degli individui di una popolazione ("unità evolutive"), generazione di variabilità tra gli individui e selezione delle varianti più adatte a sopravvivere e a riprodursi in un certo ambiente. Secondo gli esperti, gli stessi meccanismi sono all'opera anche nei processi che portano all'insorgenza e allo sviluppo del cancro.

Prima di analizzare l'aspetto evolutivo dell'eterogeneo gruppo di malattie che va sotto il nome di cancro, vediamo quali sono le caratteristiche fondamentali delle cellule tumorali. In breve, si tratta di cellule che si moltiplicano in modo indefinito, immortali, in grado di invadere altri tessuti formando metastasi e, in molti casi, capaci di sviluppare resistenza ai farmaci, proprio come fanno i batteri rispetto agli antibiotici.

Tutte queste caratteristiche dipendono, in ultima analisi, dall'alterazione di geni che controllano la divisione cellulare e i meccanismi di morte cellulare programmata (apoptosi). In genere, una singola alterazione non basta: è necessario che se ne verifichi un certo numero (anche 15 o 20), perché il tumore si sviluppi. Ma come fanno ad accumularsi tutte queste alterazioni? Le cause "classiche" di mutazione (gli errori spontanei durante la duplicazione del DNA oppure i danni provocati da agenti ambientali come le radiazioni) non bastano, da sole, a giustificarle. Ecco allora che entra in gioco un'altra caratteristica delle cellule tumorali e cioè la loro altissima instabilità genetica. In effetti, queste cellule mostrano una frequenza di mutazioni e di aberrazioni cromosomiche molto più alta del normale. Sono, cioè, particolarmente predisposte ad accumulare alterazioni "successive" a seguito di alterazioni "principali" a carico di geni che controllano i meccanismi di riparazione del DNA oppure il mantenimento dell'integrità dei cromosomi.

In un'ottica evolutiva, una massa



POPOLAZIONE DI CELLULE GENETICAMENTE ETEROGENEE ALL'INTERNO DI UNA STESSA MASSA TUMORALE

📌 **Meccanismo di generazione di varianti cellulari geneticamente diverse all'interno di una popolazione tumorale.** Fonte: modificata da F. Colotta, *Darwin contro il cancro*, Giovanni Fioriti Editore, Roma, 2008, p.165.

tumorale non è altro che una popolazione di riferimento, mentre le sue cellule rappresentano le "unità evolutive". Durante la loro proliferazione, l'instabilità genetica genera una grande variabilità tra le cellule figlie. Alcune delle alterazioni generate nella popolazione tumorale potranno essere neutre e non avere effetti; altre potranno essere dannose e provocare la morte della cellula portatrice; altre ancora potranno conferirle una maggior capacità di sopravvivenza nel microambiente tumorale, favorendo la progressione della malattia. Questo significa che, per quanto riguarda il genotipo, le cellule all'interno di una massa tumorale sono molto eterogenee tra loro, anche se, alla fine, il fenotipo è lo stesso.

Lo studio del cancro in una cornice evolutiva potrebbe essere molto utile anche per lo sviluppo di nuovi approcci terapeutici. Come scrive Francesco Colotta, direttore del centro di ricerche Nerviano Medical Sciences nel suo libro

*Darwin contro il cancro*, «l'instabilità genetica [...] è un'arma a doppio taglio. [...] Esiste verosimilmente una soglia di instabilità oltre la quale il numero delle alterazioni genetiche è troppo alto, aumentando la probabilità di colpire geni essenziali per la sopravvivenza della cellula. È su questa base teorica che è stata suggerita la possibilità di combattere il cancro con le sue stesse armi [...], inducendo deliberatamente un aumento dell'instabilità genetica tale da superare la soglia di sostenibilità delle cellule tumorali per spingerle verso una sorta di catastrofe genetica» [1].

### RISORSE

1. F. Colotta, *Darwin contro il cancro*. In che modo l'evoluzionismo può aiutare la prevenzione e il trattamento, Giovanni Fioriti Editore, Roma, 2008, p. 175.





## Ora tocca a te

### DOMANDE E ATTIVITÀ

Esistono diversi tipi di sostanze antitumorali o chemioterapici, che agiscono con differenti meccanismi d'azione (citotossici, antimitotici, ecc.). Attraverso una ricerca su Internet o in biblioteca, documentati sul meccanismo d'azione di una di queste sostanze a tua scelta e illustralo alla classe con una breve presentazione.

### SCIENZA E SOCIETÀ

**1.** Secondo gli ultimi dati disponibili dell'Organizzazione mondiale della sanità, nel 2005, in tutto il mondo, sono morte di tubercolosi 1,6 milioni di persone: circa 4300 al giorno. I Paesi più colpiti dall'infezione da *Mycobacterium tuberculosis* sono quelli in via di sviluppo, in particolare in Africa e nel Sud-Est

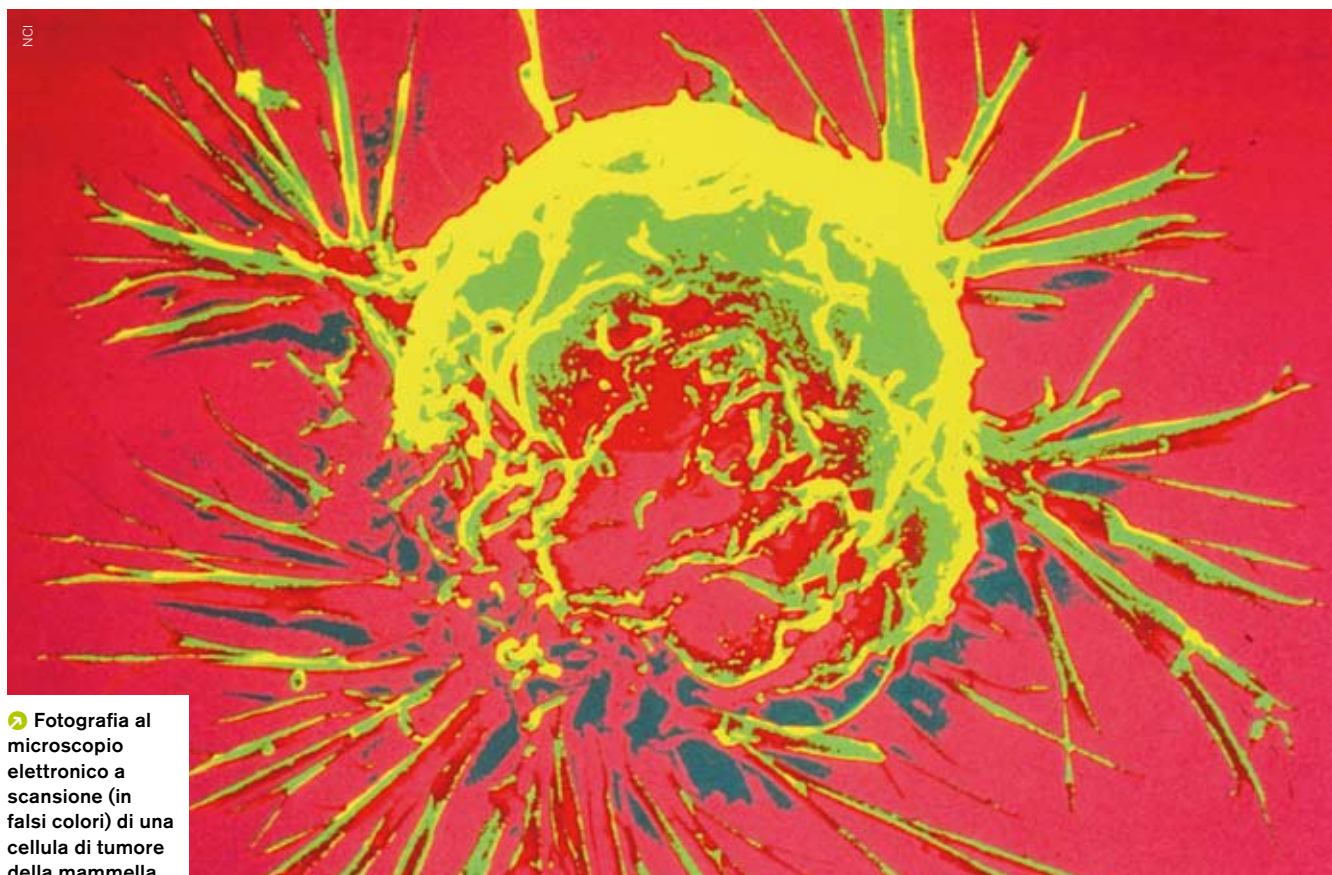
asiatico. Negli ultimi 15 anni, però, anche i Paesi sviluppati sono stati costretti a confrontarsi con una malattia che pure ritenevano debellata da tempo. Tra le cause principali di questo rientro in scena c'è sicuramente la comparsa di forme resistenti ai farmaci e in particolare della temibile forma multiresistente (MDR-Tb). Spiega in che modo si possono sviluppare ceppi batterici resistenti a più farmaci contemporaneamente e come, secondo te, si può ridurre al minimo il rischio che questo accada.

**2.** Una varia ed equilibrata alimentazione è fondamentale, fin dall'infanzia, per la prevenzione di gravi malattie come il cancro o i disturbi cardiovascolari. Immaginate di essere stati incaricati di tenere un breve corso di educazione alimentare nella vostra scuola: provate a sviluppare un progetto con gli obiettivi e i

contenuti del corso, ricordando che, come insegna la medicina evolutiva, vietare non basta!

### SCRIVERE DI SCIENZA

In occasione dei compleanni darwiniani del 2009 (200 anni dalla nascita di Charles Darwin e 150 dalla pubblicazione del suo libro *L'origine delle specie*), il biologo evoluzionista Richard Dawkins ha intervistato l'esperto di medicina evolutiva Randolph Nesse. Un estratto dell'intervista è disponibile su YouTube, all'indirizzo [www.youtube.com/watch?v=pcnCJqDa1us&feature=Playlist&p=D4F7816B052B8643&index=0&playnext=1](http://www.youtube.com/watch?v=pcnCJqDa1us&feature=Playlist&p=D4F7816B052B8643&index=0&playnext=1) (o, in alternativa alla pagina web di Dawkins: <http://richarddawkins.net>). Ascoltalo e, con l'aiuto dell'insegnante di inglese, prova a riassumerne i contenuti.



 **Fotografia al microscopio elettronico a scansione (in falsi colori) di una cellula di tumore della mammella.**

# TUTTI IN RETE!

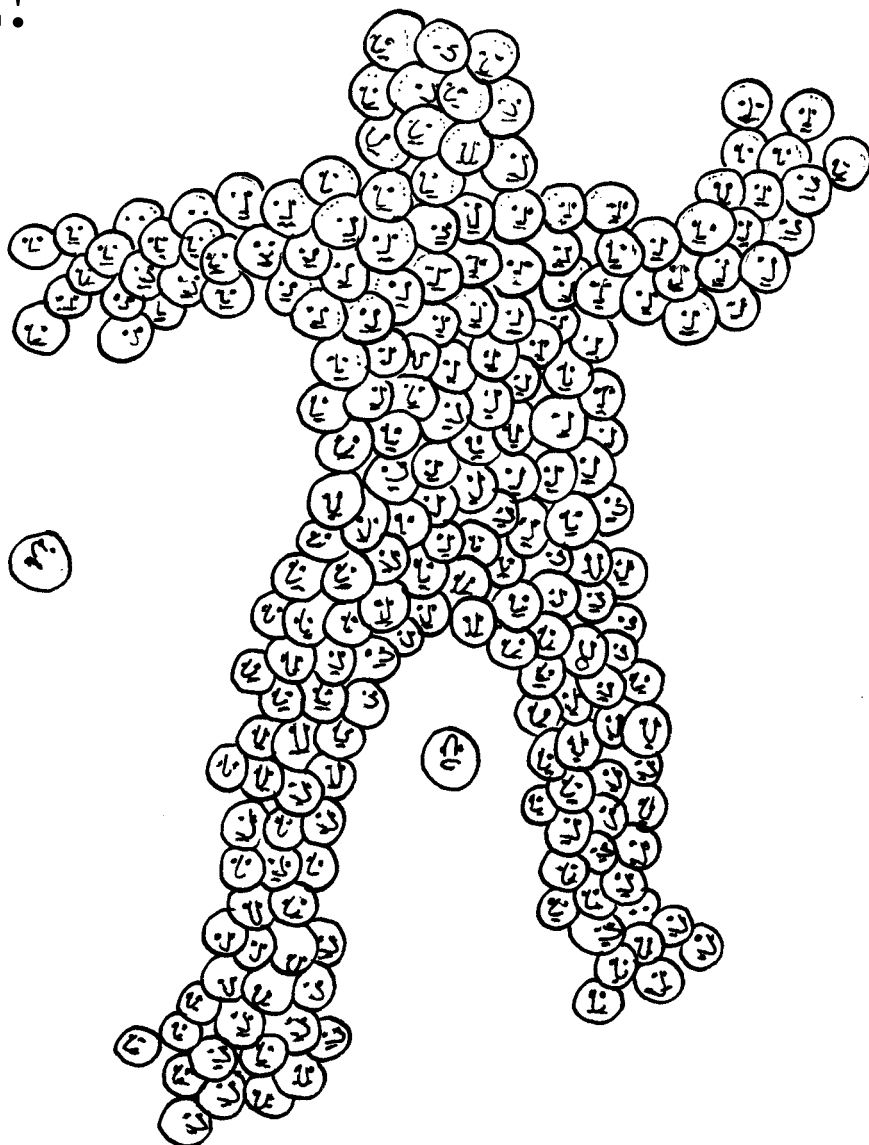
Guida minima a *social network* e *social media*: che cosa sono, a che cosa servono, perché piacciono tanto.

GABRIELE LUNATI

Internet è cambiata. Non è più la stessa di 15 anni fa, ma nemmeno quella di cinque. La rete primigenia, dopo essersi riconvertita dal militare al civile, era legata al mondo accademico, mentre il suo sviluppo più recente e democratico – dopo tutte le derive commerciali e mediatiche possibili – è quello associato ai cosiddetti *social network*, Facebook in primis.

Nella vita "reale", un social network (in italiano "rete sociale") consiste in pratica di un qualsiasi gruppo di persone connesse tra loro da diversi tipi di legami sociali, che vanno dalla conoscenza casuale, ai rapporti di lavoro, ai vincoli familiari. La versione "virtuale", in Internet, dei social network non è altro che una delle forme più evolute della comunicazione in rete, e anche un tentativo di violare la "regola dei 150", regola – espressa in ambito sociologico – secondo la quale le dimensioni di una vera rete sociale sono limitate a 150 membri. Grazie a Internet, la rete delle relazioni sociali che ciascuno di noi tessesse ogni giorno, in maniera più o meno casuale, nei vari ambiti della nostra vita, si può "materializzare", organizzare in una "mappa" consultabile, e arricchire di nuovi contatti.

La connessione permanente, conseguenza dell'evoluzione tecnologica e dell'abbattimento dei costi delle telecomunicazioni, ha scatenato la febbre della socializzazione in rete. Il fenomeno dei social network, nato negli Stati Uniti e poi diffusosi a gran velocità in tutto il mondo, si è sviluppato attorno a tre grandi filoni tematici: l'ambito professionale, quello dell'amicizia e quello delle relazioni sentimentali.



Attualmente, i due social network services più rilevanti per accessi sono Facebook e MySpace, rispettivamente con 132 e 117 milioni di utenti (a febbraio 2009), con il sorpasso del primo sul secondo nell'aprile del 2008. Un dato italiano chiarisce ancora meglio la portata del fenomeno: nell'estate 2008, gli utenti italiani di Facebook erano circa 500.000; a febbraio 2009 erano già saliti, secondo quanto riferito dal Garante sulla Privacy, a 6,5 milioni.

## Il libro delle facce

Facebook ([www.facebook.com](http://www.facebook.com)), si sa, è sulla bocca di tutti. Teoricamente bisognerebbe essere maggiorenni per utilizzarlo; nonostante questo limite, l'area utente – il *target*, come si dice in

gergo – è davvero impressionante: dalla maturità alla terza età, o poco ci manca. Facebook ha visto la luce ad Harvard, negli Usa, nel 2004 con un semplice scopo: quello di rimettere in contatto le persone, nello specifico ex studenti della classi più disparate, che si ritrovavano così a disposizione un immenso album dei ricordi dove l'elemento fotografico era solo uno degli ingredienti principali. Il resto era ed è comunicazione e interazione orizzontale, multimedialità, spirito di appartenenza, volontà di emergere e/o tessere relazioni sociali in una piazza virtuale (ciò che non è riuscito a Second Life), amicizia, condivisione di interesse culturali, ludici, politici o religiosi. Facebook è un ambiente chiuso, nel





## I SOCIAL MEDIA

In che modo gli utenti di Internet possono condividere testi, immagini, video e audio? C'è solo l'imbarazzo della scelta, grazie a un insieme di tecnologie e pratiche online che collettivamente prendono il nome di *social media*. Per esempio: blog, videoblog, forum, *wall-posting*, email, servizi di *instant messaging* o di *music sharing*, sistemi *voice over IP*, per citarne solo una lista parziale. Ecco alcune applicazioni del concetto di social media (in aggiunta ai social network come Facebook e MySpace):

### Google Gruppi (*reference, social networking*)

Gruppo creato da un utente; consente di gestire e archiviare in modo efficiente una *mailing list*, consentendo una vera comunicazione e collaborazione con i membri del gruppo.

<http://groups.google.com>

### Wikipedia (*reference*)

La più famosa enciclopedia "dal basso": chiunque può aggiungere, correggere o aggiornare una voce.

<http://it.wikipedia.org>

### Last.fm (*personal music*)

Evoluzione del servizio di radio su Internet: il sistema offre contenuti personalizzati per ciascun utente iscritto.

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

### YouTube (*social networking, video sharing*)

Il più famoso sito web per la condivisione di video tra utenti.

[www.youtube.com](http://www.youtube.com)

### SecondLife (*virtual reality*)

Mondo virtuale tridimensionale popolato da *avatar*, alter ego virtuali degli utenti.

[www.secondlife.com](http://www.secondlife.com)

### Flickr (*photo sharing*)

Sito web per la condivisione di fotografie tra utenti.

[www.flickr.com](http://www.flickr.com)

### Twitter (*social networking, microblogging*)

«Sistema telegrafico del Web 2.0», secondo la definizione presente sul sito: permette agli utenti di inviare brevissimi aggiornamenti sulle loro attività e sensazioni, attraverso varie tecnologie e applicazioni.

<http://twitter.com>

senso buono del termine: per navigare al suo interno occorre avere uno *username* e una *password*: in poche parole, bisogna attivare un profilo. Nato dal mondo scolastico, ha preso direzioni distanti anni luce, ponendosi come *brand* rilevante per le abitudini dell'utente medio di Internet. Eppure proprio alla scuola è in parte tornato, diventando uno strumento utilissimo per creare gruppi di classe, di studio o di discussione, a cui si può accedere solo su invito o previa accettazione e all'interno dei quali si possono anche scambiare file testuali e multimedia. La privacy di questi gruppi è in gran parte tutelata dal fatto che possono essere resi non visibili e ricercabili al di fuori della cerchia di chi ne fa parte.

Negli Stati Uniti è normale – è consuetudine acquisita – che un college abbia un gruppo su Facebook o il proprio social network personalizzato, che le classi gestiscano blog collettivi, che gli insegnanti utilizzino blog personali per distribuire – gratis – materiale d'approfondimento e di studio. Per non parlare poi di quelli che tengono lezioni via Twitter quando la distanza o gli impedimenti della vita quotidiana non danno alternative, utilizzano *social media* per diffondere video di lezioni e seminari, si affidano a strumenti di *instant messaging* (vedi Skype) per multi-conferenze in tempo reale (e, attenzione, ognuno dei partecipanti potrebbe trovarsi serenamente in un luogo differente del pianeta!).

## AGGREGARE L'INFORMAZIONE

Nel grande mondo del Web 2.0 non è obbligatorio essere protagonisti a tutti i costi, essere i soggetti che producono o forniscono contenuti o che segnalano e condividono quelli di altri: non è detto che "partecipare" debba sempre essere così stressante, anzi. Si può placidamente essere lettori/fruitori "passivi" della conoscenza altrui, un ruolo oggi reso ancora più facile da servizi come gli aggregatori, concepiti proprio per venire incontro all'utente nel godimento finale dei contenuti. Altrimenti, l'alternativa è affidarsi a Google e a una ricerca spesso casuale, a strumenti di informazione tradizionale, alle *directory*. Vediamo allora alcuni esempi di portali e aggregatori.

### Delicious

Portale di *social bookmark*. Facilita la ricerca di siti web di qualità segnalati dagli utenti. In pratica, è come mettere in condivisione il "segnalibri" del vostro browser.

<http://delicious.com>

### Technorati

Il più famoso aggregatore di blog. Genera classifiche dei blog internazionali tramite il calcolo del numero di *cross linking* (cioè del numero e del "peso" di segnalazioni di un certo blog da parte di altri).

[www.technorati.com](http://www.technorati.com)

### Wikio

Aggregatore di fonti istituzionali (quindi non solo 2.0). Facilita la fruizione delle news tramite aggregazione di fonti e *link popularity*.

[www.wikio.com](http://www.wikio.com)

### Digg

Strumento di *social news* per antonomasia. Facilita la fruizione delle notizie tramite la segnalazione di queste da parte degli utenti (che le votano pure).

<http://digg.com>

### Liquida

Valorizzatore, portale di informazione e ricerca che raccoglie, filtra e rende più fruibili i contenuti della blogosfera tramite la scrematura e il *ranking* dei singoli post (articoli). Prodotto tutto italiano, in forte ascesa.

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

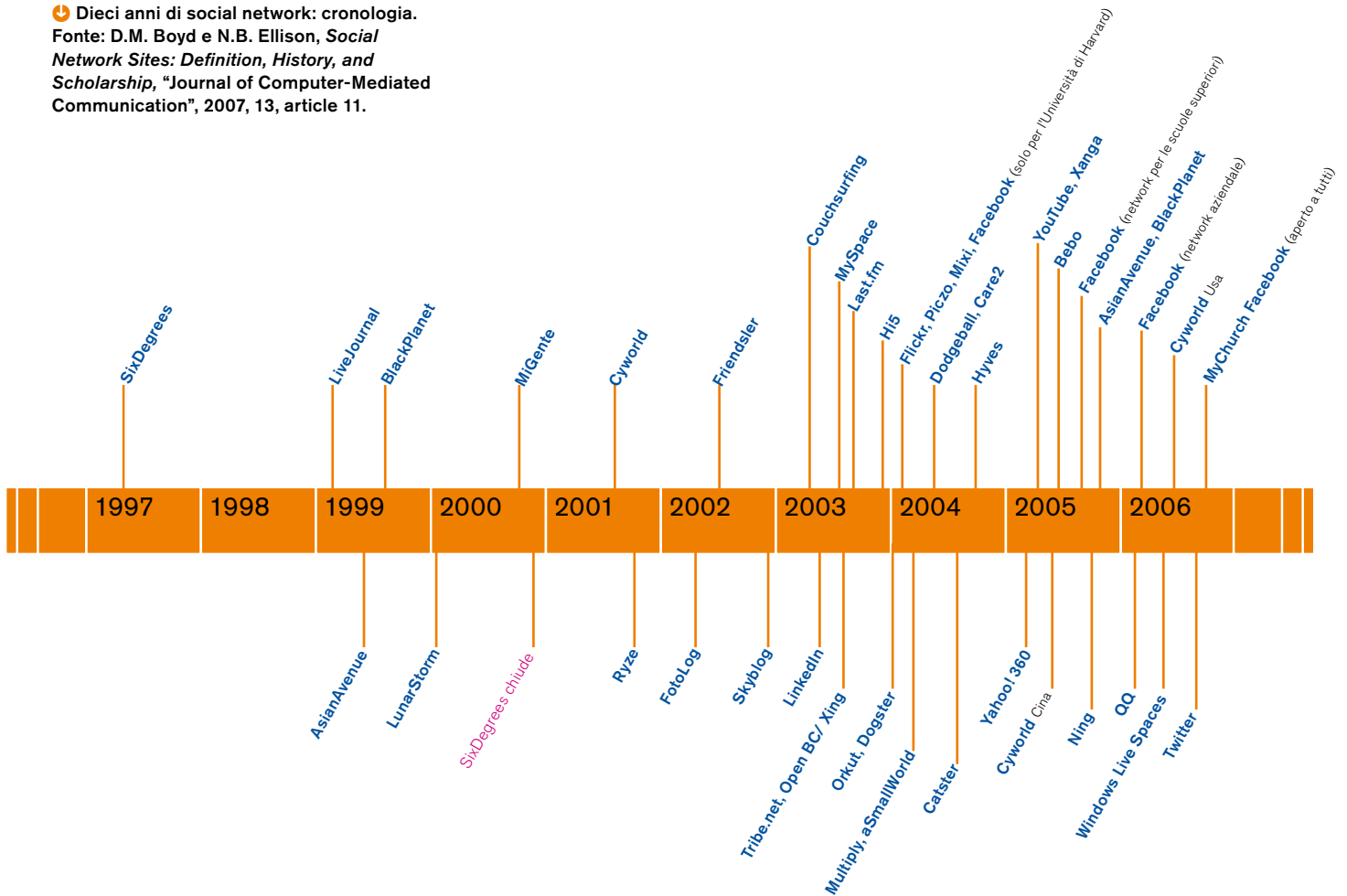
## Il mio spazio

MySpace ([www.myspace.com](http://www.myspace.com)) ha fatto il suo tempo, dicono in molti. A noi piace pensare che stia semplicemente tornando alle sue finalità originali: uno strumento enorme per mettere in contatto amanti di musica di ogni genere con band di tutto il mondo, in linea di massima senza un vero e proprio contratto discografico. Avvelenato da regole e logiche di marketing, che hanno visto nell'enorme massa di fruitori di musica e di *entertainment* un interessante e proficuo terreno promozionale per case discografiche e cinematografiche, MySpace sta cercando ora di ritrovare una sua identità. Difficile immaginarne un utilizzo finalizzato alla didattica, se non per la possibilità di creare canali video



## ⏴ Dieci anni di social network: cronologia.

Fonte: D.M. Boyd e N.B. Ellison, *Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship*, "Journal of Computer-Mediated Communication", 2007, 13, article 11.



## BIOLOGIA DELLA POPOLARITÀ

Che siate persone molto socievoli, sempre "l'anima della festa", oppure persone più schive e solitarie, sembra che questo tratto della vostra personalità dipenda, almeno in parte dai vostri geni. Questa, almeno, è la sorprendente conclusione di un articolo di ricerca pubblicato sulla rivista "Proceedings of the National Academy of Sciences" da Nicholas Christakis, docente di sociologia medica all'Harvard University, e colleghi. I ricercatori hanno confrontato le reti sociali di 1100 gemelli (in parte identici e in parte eterozigoti), tenendo in considerazione elementi come il numero di volte in cui un certo individuo è nominato da altri come "amico" o la probabilità che due amici di questo individuo siano a loro volta amici tra di loro. «Abbiamo osservato che il livello di popolarità all'interno di una rete sociale (cioè il fatto di occupare una posizione centrale piuttosto che una posizione defilata) è ereditabile: infatti, è molto più simile in coppie di gemelli identici (che condividono lo stesso patrimonio genetico) di quanto lo sia in coppie di gemelli eterozigoti», spiega Christakis. La ricerca potrebbe forse sembrare oziosa, ma non lo è affatto. Intanto, perché obbliga a rivedere i modelli attuali di reti sociali. «Finora, si è ritenuto che tutti gli elementi, i "nodi", di una rete siano intercambiabili, ma se la posizione di ciascun nodo dipende anche dal suo patrimonio genetico è evidente che non può essere così», precisa Christakis. Avere a disposizione modelli più accurati potrebbe essere di grande aiuto nella sanità pubblica. «Le epidemie, ma anche le buone abitudini comportamentali, si diffondono velocemente all'interno delle reti sociali. Sapere che cosa ne regola il flusso potrebbe permettere di migliorare strategie sanitarie preventive, per esempio per contrastare l'influenza o l'obesità». V.M.

personalizzati che si pongono come alternativa a YouTube. In ogni caso, ne sentirete comunque parlare e per parecchi anni incontrerete ancora studenti con sogni di rock'n'roll nel cuore, una band in cantina e qualche canzone caricata su MySpace nella speranza della grande svolta.

### Lavoro e libri

Da tenere in debita considerazione anche LinkedIn ([www.linkedin.com](http://www.linkedin.com)), rete di aggregazione professionale per eccellenza. Qui non ci si scambia nulla se non l'esperienza lavorativa, e la rete di contatti professionali che si crea è – di norma – espressione di un curriculum lavorativo di tutto rispetto. Anche in questo caso non mancano i gruppi di aggregazione che ruotano intorno a particolari specificità (la ricerca, il *management*, la divulgazione del sapere di varie discipline o la semplice domanda/offerta di lavoro qualificato).



## LA LINGUA DI BEBO

Forse in Italia non è ancora molto noto, ma in alcuni Paesi (Gran Bretagna, Irlanda e Nuova Zelanda in testa), Bebo ([www.bebo.com](http://www.bebo.com)) è per gli adolescenti esattamente quello che Facebook è per i più "grandi": un servizio di *social networking* ormai parte integrante della vita quotidiana. Il modo più semplice per tenersi sempre in contatto con la più vasta comunità possibile di amici, scambiandosi immagini, informazioni, file musicali e così via. Ovviamente, è anche un ottimo osservatorio per studiare da vicino il mondo dei ragazzi. E la loro lingua. Questo, almeno, è quello che hanno pensato i responsabili dell'editore Harper Collins che, in vista della pubblicazione di una nuova edizione del classico *Collins English Dictionary*, hanno chiesto una mano a una decina di frequentatori di Bebo per scegliere alcuni termini di slang adolescenziale da inserire tra i nuovi lemmi. «In genere, questo tipo di slang viene perso durante il passaggio attraverso canali di comunicazione classici, come giornali, tv, radio. Così, invece, dovremmo riuscire a mantenerne una traccia evidente», ha affermato in un'intervista al quotidiano britannico "Guardian" il supervisore dei contenuti del dizionario, Cormac McKeown. *V.M.*



## GABRIELE LUNATI

è giornalista e consulente editoriale e si occupa da quindici anni di Internet, *new media* e mondi digitali. È attualmente il responsabile dei contenuti del portale Liquida.

## OMBRE SU FACEBOOK

Crea dipendenza e distrae: ecco le principali accuse mosse a Facebook da alcuni datori di lavoro (aziende e uffici pubblici), che hanno deciso di vietarne l'accesso ai dipendenti. Del resto, se è vero che molto spesso la "febbre" del più famoso tra i social network rimane cronica, è anche vero che, sempre più di frequente, dopo un po' tende a passare. Finito l'entusiasmo iniziale, qualcuno comincia a pensare che seguire le decine o centinaia di contatti con persone che si erano perse di vista da anni o con nuove conoscenze superficiali sia più una perdita di tempo che una opportunità e decide di uscire dal giro.

Attenzione, però: questo non significa necessariamente uscirne in modo definitivo: copie dei contenuti immessi da un utente durante la sua permanenza sul sito possono infatti rimanere nei database del social network, come pure tra i contenuti (foto, messaggi, ecc.) di altri utenti, con cui erano stati condivisi. Il che, ovviamente, pone con forza la questione della tutela della privacy sul Web. Non è un caso se, negli ultimi mesi, si è verificata una vera e propria esplosione di servizi deputati a cancellare informazioni personali (a volte addirittura compromettenti, altre semplicemente private) che incauti utenti hanno in precedenza disseminato sul Web. *V.M.*

Per chiudere la panoramica non possiamo non citare aNobii ([www.anobii.com](http://www.anobii.com)), il più famoso social network dedicato ai libri, assoluti protagonisti indipendentemente dall'autore. Una volta creato il proprio profilo, l'utente può elencare i volumi che sta leggendo e quelli che più ha amato: rispettando una sintassi rigorosa che permetta una qualità alta dei dati inseriti, per ogni titolo si possono esprimere punteggi e recensioni. aNobii consente la visualizzazione delle librerie degli altri utenti ed esegue un calcolo di compatibilità con la propria, espresso in percentuale. Tale manovra consente di scoprire le librerie simili e di tenere d'occhio quelle più inclini ai propri gusti al fine di scoprire nuovi libri e nuovi autori. I libri vengono inseriti nella propria libreria attraverso il codice ISBN o il titolo del volume. Le copertine dei libri possono essere quindi modificate dagli utenti qualora non fossero presenti in quanto non registrate nel motore di ricerca.

Diventa pertanto uno strumento a doppio senso: si può partire da un utente e scoprirne i gusti letterari oppure partire da un titolo amato e scoprire chi ha letto o sta leggendo il medesimo.

## Dall'aggregazione alla diffusione

Basta dare un'occhiata veloce ai social network per capire come i nuovi fenomeni di aggregazione online si siano rapidamente trasformati da semplici "intercettatori" delle affinità umane (prassi oltretutto quanto mai atavica, basti pensare al bisogno degli esseri umani di radunarsi in tribù religiose, politiche, geografiche dalle quali sentirsi rappresentati e accettati) a strumenti di diffusione del sapere. Una nuova idea o informazione messa in circolazione su Facebook viaggia alla velocità della luce. Così, il processo di informazione e comunicazione cambia: non più solo dall'alto verso il basso, ma anche dal basso verso l'alto e orizzontalmente. Non

è un caso che una delle pratiche più diffuse della nuova Internet sia il cosiddetto *sharing*, ovvero quell'insieme di consuetudini con cui – tramite l'utilizzo di appositi applicativi – il popolo della rete segnala, valorizza, condivide, scambia news, contenuti, informazioni e oggetti multimediali. E forse è proprio l'estrema facilità con cui tutto ciò è reso possibile in servizi come Facebook ad averne decretato l'incredibile successo. ➔



## PER APPROFONDIRE

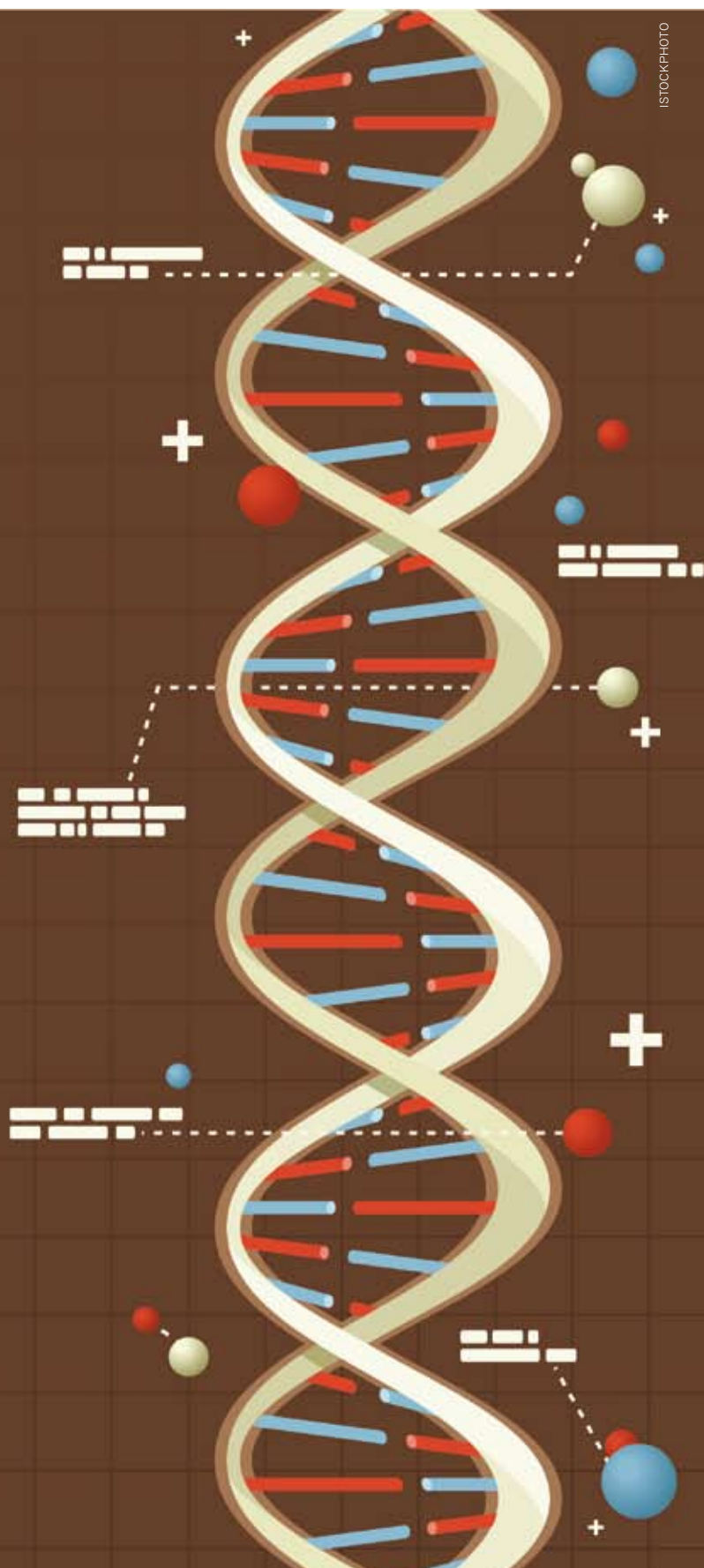
— D.M. Boyd e N.B. Ellison, *Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship*, "Journal of Computer-Mediated Communication", 2007, 13, article 11. <http://jcmc.indiana.edu/vol13/issue1/boyd.ellison.html>

— F. Guerrini, *Tutto su Facebook*, Hoepli, Milano, 2008.

# TUTTO IL LAVORO DELLO SCIENZIATO

Teoria, esperimenti e comunicazione: sono le tre parole chiave dell'attività scientifica contemporanea e anche del *Progetto Biolab Tigullio*, percorso di insegnamento di biologia molecolare premiato nel 2008 da Miur-Confindustria.

■ ■ ■ ■ ■  
MARINA MINOLI



ISTOCKPHOTO



**P**romuovere interesse e passione per lo studio delle discipline scientifiche, con un percorso didattico che ripercorre quello lavorativo dello scienziato, dalle motivazioni all'organizzazione delle attività, dalle difficoltà operative alle modalità di comunicazione e diffusione dei risultati a diversi livelli. Ecco lo scopo del *Progetto Biolab Tigullio*, che ho ideato e realizzato nel corso dell'anno scolastico 2007/2008 in tre classi seconde di un liceo tecnico, in un contesto territoriale caratterizzato da una difficile apertura all'innovazione culturale.

In sintesi, il percorso formativo prevede l'alternanza di fasi teoriche, sperimentali e di didattica laboratoriale, oltre a introdurre elementi di innovazione nella comunicazione della biologia molecolare e nell'informatizzazione delle attività realizzate. Per la prima volta in Liguria, il progetto ha permesso a studenti della realtà geografica del Tigullio di effettuare significative esperienze sperimentali nei laboratori del centro nazionale di eccellenza scientifica Cus-Mi-Bio dell'Università degli Studi di Milano ([www.cusmibio.unimi.it](http://www.cusmibio.unimi.it)).

Realtà diffusa a livello nazionale da diversi anni, anche negli studenti della regione Liguria si riscontrano carenze

nella preparazione scientifica e, come spesso accade per realtà geografiche isolate in piccole valli, anche difficoltà nella comprensione e utilizzo del linguaggio specifico [1]. Dall'analisi di un questionario preventivamente somministrato agli studenti delle classi coinvolte, è emerso nel complesso interesse per le scoperte scientifiche e per l'apprendimento dei moderni sviluppi della scienza (in particolare la biologia), ma anche la consapevolezza che le attività svolte in questo settore dalla scuola siano attualmente molto limitate e soprattutto non correlate al mondo del lavoro, in accordo con sondaggi nazionali effettuati dall'IRRPS-CNR [2]. Da queste considerazioni, è emersa quindi la necessità di promuovere motivazioni e curiosità all'apprendimento culturale, realizzando esperienze significative in grado di portare in superficie le reali potenzialità degli studenti. In particolare, ritengo che proporre esperienze di eccellenza sia sempre gratificante per studenti e docenti, che rendono in tal modo dinamico il loro ruolo formativo e orientativo per le future scelte professionali.

Il progetto è stato realizzato in 3 fasi – propedeutica, sperimentale e di

comunicazione scientifica – che sono state realizzate nella didattica quotidiana in tre periodi dell'anno scolastico. Senza stabilire a priori un rigido schema di ore, è stata attuata una graduale progressione della programmazione in relazione al riscontro di preparazione degli studenti. Prima di partire, per motivare i ragazzi alla realizzazione dell'impegnativo percorso progettuale, sono stati spiegati chiaramente gli obiettivi del lavoro, le risorse materiali necessarie, i tempi previsti e le modalità di valutazione.

### Per iniziare

Nella fase propedeutica gli studenti hanno seguito un percorso teorico di biologia molecolare con lezioni frontali integrate da letture guidate di testi scientifici di elevata qualità, organizzate in un percorso graduato, con l'obiettivo di promuovere la contestualizzazione storica della scoperta scientifica del DNA, degli sviluppi della biologia molecolare e delle biotecnologie. Siamo partiti dalla pagina scientifica di quotidiano (per esempio: articolo del "Corriere della Sera" sull'anomalia genetica che ha creato il fiore più grande del mondo [3]) per passare alla rivista divulgativa di settore (come "Le Scienze", anche nell'edizione originale "Scientific american"), al libro scritto da uno

## BIOINFORMATICA E DIDATTICA

1 Quale applicazione?	Avviare alla consultazione di banche dati informatiche relative a proteine o sequenze di DNA appartenenti a organismi differenti	lavorare come scienziati
	Ricavare informazioni essenziali conducendo una ricerca sul confronto di genomi o cromosomi di specie differenti	
2 Quali competenze da acquisire da parte degli studenti?	Saper navigare in una banca dati internazionale, continuamente aggiornata dai ricercatori	
	Saper ricavare informazioni scientifiche specifiche	
	Saper comparare dati biologici relativi al numero di geni o a caratteristiche cromosomiche di organismi molto diversi	
3 L'esercizio	Confrontare la genetica di organismi animali molto diversi nel fenotipo e appartenenti a classi tassonomiche differenti: <i>Gallus gallus</i> , <i>Mus musculus</i> , <i>Caenorhabditis elegans</i> , <i>Apis mellifera</i> , <i>Bos taurus</i> , <i>Drosophila melanogaster</i>	

**G** Tre "momenti" delle attività relative alla bioinformatica proposte nel corso del progetto: dall'inquadramento teorico (applicazioni e competenze) all'esercitazione.



scienziato (*La doppia elica* di James Watson), per concludere con un'intervista a Edoardo Boncinelli sul significato del fare scienza oggi analizzando il percorso formativo di uno scienziato [4]. Particolare attenzione è stata riservata al linguaggio scientifico con la realizzazione di un glossario di biologia molecolare. Inoltre, ho proposto la proiezione audio e video del CD (in inglese) *The Human Genome Project*, prodotto nel 2004 dal National Human Research Institute e dai National Institutes of Health e diffuso dalla rivista "Nature".

Nell'ambito della contestualizzazione storica ho anche proposto alcune attività di una scienza emergente come la bioinformatica, ovviamente adattandole al contesto del biennio. Le attività pratiche – consultazione e utilizzo di banche dati

presenti in siti internazionali utilizzati dagli scienziati – sono state precedute da una illustrazione teorica.

Nel complesso, tutte le attività e le informazioni presentate in questa fase propedeutica rispondono alla profonda convinzione che sia molto importante fornire numerosi stimoli per indurre gli studenti a osservare e comprendere la realtà scientifica con curiosità intellettuale, favorendo lo sviluppo del pensiero critico.

#### Al lavoro!

Per compensare la mancanza di un laboratorio didattico nella scuola, nella fase sperimentale ho proposto ai ragazzi due tipi di attività: un'estrazione "casalinga" di DNA utilizzando materiali poveri e una visita "operativa" presso i

laboratori dell'Università degli Studi di Milano, dove gli studenti hanno effettuato l'amplificazione di molecole di DNA per mezzo della tecnica PCR (Polymerase Chain Reaction) e l'elettroforesi su gel di agarosio. Oltre a svolgere l'attività in laboratorio, gli studenti hanno anche avuto la possibilità di visitare l'orto botanico e le serre sperimentali dell'Università. Nelle serre i ragazzi hanno potuto avere un riscontro diretto di alcuni risultati delle applicazioni della biologia molecolare nel settore botanico, osservando prati con erba geneticamente modificata, piante di riso transgenico e piante di tabacco geneticamente modificate in esperimenti finalizzati alla produzione di un vaccino contro l'HIV.

#### L'importanza della comunicazione

Nella fase di comunicazione scientifica gli studenti, divisi in gruppi, sono stati impegnati nel realizzare un'efficace divulgazione informatica di tutte le attività svolte, effettuando una presentazione che ha riproposto le modalità di comunicazione di un convegno scientifico [5].

In questa fase, ogni studente ha avuto un preciso compito, che poteva essere di stesura testi, rielaborazione schemi e immagini, revisione, trasposizione informatica, verbalizzazione dei contenuti con proiezione dei risultati. Questo ci ha permesso di analizzare la modalità che conduce lo scritto di uno scienziato a essere pubblicato in autorevoli riviste come "Nature", esaminando il ruolo dei *referee* nel valutare l'articolo del ricercatore e nell'evidenziare elementi fondamentali che l'autore ha trascurato. Non solo: la presentazione delle attività svolte è stata anche l'occasione per indurre gli studenti a riflettere sull'operatività scientifica, sull'interpretazione dei risultati e sulla loro divulgazione. Come ha scritto in una lettera al fratello lo scienziato Oswald Avery, ricordato per avere dimostrato che il materiale genetico delle cellule è il DNA: «È bello fare bolle di sapone, ma è più saggio farle scoppiare da soli prima che qualcun altro ci provi». Con queste parole, Avery esprime tutta la sua consapevolezza riguardo alle difficoltà che avrebbe incontrato nel fare accettare i propri risultati da parte della comunità scientifica e sottolinea quindi l'importanza del rigore operativo nelle ripetute attività sperimentali e la necessità di non fidarsi subito di risultati troppo positivi. A volte, i

## GLI ESPERIMENTI AL CUS-MI-BIO

### 1. Analisi di un caso di medicina forense

Partendo da un caso di cronaca, agli studenti (suddivisi in gruppi) sono stati forniti campioni di DNA prelevati dalla scena del crimine. Ciascun gruppo ha eseguito l'esperimento di elettroforesi del DNA su gel di agarosio, in cui si visualizzano i prodotti di PCR (Polymerase Chain Reaction, reazione a catena della polimerasi): si tratta di una reazione che permette di amplificare specifiche regioni del genoma ed è molto utilizzata nella pratica di laboratorio per costruire il profilo genetico di un individuo. Attraverso l'uso di queste tecniche, gli studenti hanno confrontato il profilo genetico del potenziale colpevole con quello di altri sospetti e della vittima.

### 2. Individuazione di OGM

Un OGM (organismo geneticamente modificato) è un organismo che contiene nel proprio genoma un gene estraneo (transgene), che conferisce all'organismo caratteristiche nuove. L'individuazione degli OGM viene pertanto effettuata valutando la presenza del transgene, che è amplificabile in modo specifico mediante PCR. Anche in questo caso, gli studenti hanno analizzato mediante elettroforesi su gel di agarosio i frammenti di DNA amplificati. L'analisi dei risultati ha consentito di valutare se gli organismi in esame contenevano un particolare gene estraneo.



Un gruppo di studenti durante un esperimento nei laboratori del Cus-Mi-Bio.



## I GENI DEL FIORE GIGANTE

Una delle esercitazioni proposte durante il progetto è stata la stesura della sintesi di un articolo sulla genetica di *Rafflesia arnoldii*, il fiore più grande del mondo, apparso sul "Corriere della Sera". Ecco un estratto del lavoro di alcune studentesse:

📌 Un esemplare di *Rafflesia arnoldii*.

«Svelato il mistero dell'origine del fiore più grande del mondo [...]. La pianta, nonostante abbia il bocciolo grande come una palla da basket, si è evoluta da una famiglia i cui fiori sono piccolissimi e della quale fa anche parte la stella di Natale. Si tratta di una pianta parassita poiché manca di clorofilla, foglie e radici. Gli organi vegetativi della pianta sono filamenti simili alle ife dei funghi [...]. Negli ultimi 25 anni si era indagato, sbagliando strada, sui geni della pianta, usando marker molecolari coinvolti nella fotosintesi, che la pianta non fa. La sua origine si è compresa indagando su altre parti del suo patrimonio genetico e si è visto, così, che la pianta appartiene alla famiglia delle Euforbiacee [...]. Daniel Nickrent, un botanico che ha partecipato alla ricerca, dice che dalla scoperta si potrebbero trovare indicazioni per sviluppare fiori e frutti più grandi.»



risultati sono molto vicini alla teoria che abbiamo formulato, ma non sempre la realtà biologica segue i percorsi che abbiamo immaginato.

### La valutazione degli interventi didattici

Il lavoro effettuato è stato valutato nelle diverse fasi della sua realizzazione. In particolare, le esercitazioni relative alla prima parte si sono svolte nell'aula di informatica della scuola, dove ogni studente si è collegato al sito della Fondazione Svizzera per le Biotecnologie [6], che propone un'articolata e graduata serie di domande a scelta multipla. I quesiti online sono stati utilizzati per valutare la preparazione conseguita dagli studenti nella biologia cellulare e molecolare. Ogni studente ha potuto valutare direttamente sul sito il livello di preparazione conseguito, verificando il numero totale delle risposte corrette. In caso di errore, il sistema permette di ripassare i concetti critici con simulazioni virtuali, riconsiderando il significato delle parole scientifiche chiave. Questa modalità di riscontro informatico della preparazione ha appassionato gli studenti che, nella maggiore parte dei casi, hanno dato prova di avere conseguito una buona preparazione nella biologia di base. Nella terza fase è stata valutata l'efficacia nella comunicazione scientifica informatica e verbale di tutte le attività realizzate (lettura libri o articoli, esperimenti, consultazione siti Internet, ecc.) considerando l'autonomia, la

correttezza e la precisione espositiva nella presentazione finale.

### Conclusioni

Il progetto ha permesso di realizzare un percorso integrato, trasferendo contenuti di base ed innovativi del mondo della ricerca scientifica del settore biologico-molecolare e rendendo accessibile a studenti del biennio di scuola secondaria superiore l'utilizzo di materiali originali, in italiano e in inglese, prodotti da scienziati. Ampio spazio è stato assegnato all'utilizzo del computer, sia per consultare materiali e siti web della comunità scientifica internazionale, sia per compilare test interattivi di valutazione finale, sia per rielaborare, a diversi livelli, materiali cartacei con ricche iconografie. È stato così possibile ripercorrere in modo fedele l'attività lavorativa dello scienziato, nella ferma convinzione che la scuola, per adempiere pienamente al proprio ruolo di formare competenze utili per la vita e per la scelta professionale, debba necessariamente presentare approcci metodologici riproponibili nei contesti lavorativi. La scuola per la scuola, intesa come realtà isolata, non ha mai successo se le proposte didattiche non sono aperte a interazioni con un reale e ampio contesto scientifico nel quale le nuove generazioni si troveranno a vivere e a lavorare. 🟡

🟡 Per proporre esperienze, progetti, attività:  
[linxedizioni.it/contatti](http://linxedizioni.it/contatti)

## PER APPROFONDIRE

- E. Boncinelli, *Le forme della vita. L'evoluzione e l'origine dell'uomo*, Einaudi, Torino, 2006.
- P. Sudbery, *Genetica molecolare umana*, Zanichelli, Bologna, 2005.
- M. Minoli, *Le basi della vita*, Ed. Calderini, 1994.



## RISORSE

1. M. Minoli, *Scuola italiana: S.O.S. matematica e scienze*, "Le Scienze", 2002, 1, pp.12.
2. M. Minoli, *I giovani e la scienza*, 2004.  
[www.viagonzagadue.it](http://www.viagonzagadue.it)
3. M. Spampani, *Il fiore più grande del mondo*, "Corriere della Sera", 2007, 3, p.14.
4. E. Boncinelli, *I mestieri della scienza: genetista*, Zanichelli, Bologna 2006.
5. A. Meneghini, *Significato del sistema induttivo deduttivo nella ricerca scientifica nel campo biologico*, "Biologi italiani", 2007, 5, pp. 7-25.
6. Fondazione Svizzera per le Biotecnologie.  
[www.gene.abc.ch](http://www.gene.abc.ch)



### MARINA MINOLI

biologa dell'Ordine nazionale, per anni docente di ruolo a Milano, ora insegna in un liceo ligure. È specializzata in didattica delle scienze e in comunicazione scientifica e ha effettuato numerose esperienze professionali nel settore industriale collaborando con Università e Fondazioni scientifiche nazionali. Autrice di numerose pubblicazioni scientifiche, svolge inoltre attività di aggiornamento didattico per docenti. Ha ricevuto il primo premio nazionale "Didattica della scienza" Miur Confindustria 2008.

# IL ROBOT DELLE RAGAZZE

È un dato di fatto: nel gioco, come nelle scelte di studio e di lavoro, i robot sembrano interessare più i ragazzi delle ragazze. Invertire la rotta, però, è possibile, anche grazie al metodo “giusto”, come insegna il progetto Roberta.



VALENTINA MURELLI

**È** cominciato tutto in Germania dove, qualche anno fa – a fronte di dati che indicavano chiaramente un calo delle iscrizioni delle ragazze a istituti superiori e a facoltà universitarie di tipo tecnico-scientifico – l'Istituto universitario Fraunhofer per i sistemi autonomi intelligenti di S. Augustin (Bonn) ha avviato un progetto dedicato a promuovere le attitudini tecnico-scientifiche nelle ragazze attraverso lo strumento della robotica. Il nome del progetto, partito nel 2001 con un finanziamento del Ministero dell'istruzione tedesco, è lo stesso nome scelto per un robot da un'associazione tedesca di donne imprenditrici: Roberta.

Molte scuole, dalle elementari alle superiori, hanno aderito subito, ottenendo velocemente importanti risultati: uno studio condotto dall'Università di Brema su 800 bambine e ragazze che avevano lavorato con Roberta ha mostrato che gli obiettivi prefissati – promozione dell'apprendimento globale, dell'apprendimento delle scienze e del lavoro di gruppo su problemi scientifici e tecnologici – sono stati raggiunti efficacemente. E oltre il 90% delle partecipanti ha espresso commenti positivi, consigliando il progetto alle amiche. Così, nel 2006, i promotori hanno deciso di diffonderlo in Europa,



➤ Una squadra femminile durante le finali internazionali di Robocup Junior 2008 a Suzhou, in Cina.

ROBOCUP 2008



selezionando in alcuni Paesi (Austria, Italia, Regno Unito, Svezia) dei partner, con l'obiettivo di creare una rete di istituti intenzionati ad adottare la metodologia di Roberta per le loro alunne. Per l'Italia, la scelta è caduta su Scuola di robotica e sul Dipartimento di informatica e sistemistica (Dis) dell'Università di Roma La Sapienza.

### Robot a scuola

Non è, ovviamente, una scelta casuale: al Dis della Sapienza c'è Daniele Nardi, docente di intelligenza artificiale, *advisor* scientifico del progetto fin dai suoi primi passi in Germania e coordinatore nazionale delle attività RoboCup in Italia (oltre che promotore della partecipazione italiana alle sfide di RoboCup junior). Nardi, va da sé, è profondamente convinto dell'utilità didattica dei robot:

«Innanzitutto, perché sono oggetti fisici e non virtuali e apprendere è molto più facile se si interagisce con qualcosa di concreto anziché solo con formule e astrazioni. Inoltre, lavorare con i robot permette di vedere rapidamente realizzato un piccolo progetto e questo è un grande incentivo per uno studente».

Scuola di robotica ([www.scuoladirobotica.it](http://www.scuoladirobotica.it)), invece, è un'associazione nata a Genova con tre obiettivi fondamentali: divulgare la scienza della robotica presso il più ampio pubblico possibile, occuparsi di roboetica (cioè delle conseguenze legali ed etiche della sempre più massiccia presenza di robot nella nostra vita quotidiana) e promuovere la robotica come strumento didattico non fine a se stesso, ma per migliorare la comprensione dei concetti fondamentali delle varie materie curriculari. «È ovvio che i robot hanno direttamente a che fare con la meccanica e l'informatica. Di fatto, costruendo un robot si imparano i principi della meccanica e programmandolo quelli dell'informatica», spiega Emanuele Micheli, ingegnere, responsabile per l'associazione del progetto Roberta. «Ma non è tutto qui: maneggiare un robot può essere d'aiuto per apprendere meglio anche altre materie, come la fisica, la chimica, la biologia o addirittura materie umanistiche. È un approccio che utilizziamo molto con i bambini delle scuole elementari, dove il tempo a disposizione per questo tipo di progetti è maggiore, ma che può essere facilmente utilizzato anche in cicli di istruzione superiori». Un semplice esempio in ambito biologico: per un ragazzino, capire come funzionano i sensi di animali come i delfini, le falene o i pipistrelli può essere molto più semplice se c'è la possibilità di lavorare con robot che riproducano fedelmente proprio il funzionamento di questi sensi. «A questo

proposito, sono da segnalare i risultati di alcuni studi condotti in Gran Bretagna, secondo cui gli esperimenti con creature artificiali hanno promosso l'interesse degli studenti per materie come la biologia e la zoologia», sottolinea Micheli.

### Abilità nascoste

E c'è anche dell'altro. «Sia che i robot vengano costruiti da zero, sia che vengano assemblati a partire da un kit in commercio, per arrivare a un prodotto finito è fondamentale lavorare in gruppo, il che comporta diversi tipi di ricadute. Per esempio, facilita l'integrazione tra studenti, oppure permette sia ai docenti sia ai ragazzi il riconoscimento dell'esistenza di diversi tipi di intelligenza e, spesso, di veri e propri talenti nascosti», racconta Micheli. In altre parole: anche studenti che con i metodi di insegnamento tradizionali non mostrano qualità (come quelli contraddistinti da talenti più "pratici") possono emergere quando inseriti in un'attività di tipo robotico. Lavorare con i robot, infine, permette di superare facilmente quello sconforto che, in percorsi tradizionali di apprendimento, si manifesta nei ragazzi in caso di errore. «In genere, gli studenti sono molto gratificati dal veder funzionare la loro

**Robot assemblato a partire dal kit NXT Lego. La Divisione educazione Lego è partner ufficiale dell'Istituto Fraunhofer per Roberta.**



ERIK REFSDAL / LICENZA CC

# Catalogo 2009



Gianpaolo Parodi  
Marco Ostili  
**FISICA**  
Una scienza  
modello



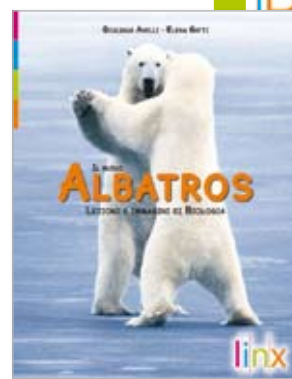
Edward J. Tarbuck  
Frederick Lutgens  
**CORSO DI  
GEOGRAFIA  
GENERALE**



Edward Peters  
Mark Cracolice  
**CHIMICA**  
Tutto si trasforma



William Timberlake  
Karen Timberlake  
**CORSO DI CHIMICA**



Giuliana Anelli  
Elena Gatti  
**IL NUOVO ALBATROS**  
Lezioni e immagini  
di Biologia



Fabio Calvino  
**IL NUOVO EXPLORER**  
Lezioni e immagini  
di Scienze della Terra

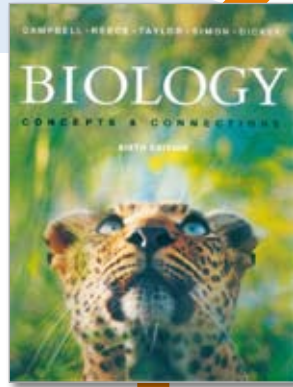


# Anticipazioni 2010

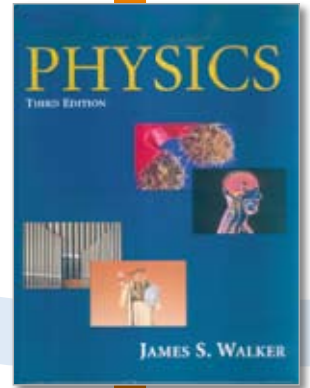


**LABORATORIO  
VIRTUALE  
DI FISICA  
E CHIMICA**

Campbell, Reece  
Taylor, Simon, Dickey  
**BIOLOGY**  
Concepts & Connections



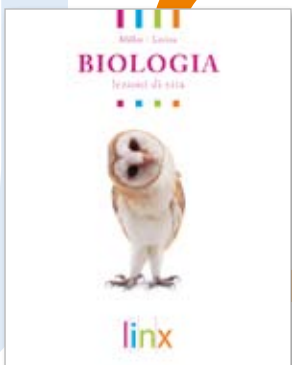
**LABORATORIO  
VIRTUALE  
DI CHIMICA**



Edward J. Tarbuck  
Frederick Lutgens  
**SCIENZE DELLA TERRA**  
Voi siete qui



James S. Walker  
**PHYSICS**



Kenneth Miller  
Joseph Levine  
**BIOLOGIA**  
Lezioni di vita





📍 Robot umanoidi a RoboCup Junior 2008, in Cina.

## SFIDA ALL'ULTIMO ROBOT

Alcuni danzano, altri si affrontano in partite di calcio, altri ancora simulano un'operazione di soccorso, come la ricerca di un ipotetico disperso dopo un disastro naturale. Sono i robot di RoboCup Junior (<http://rcj.sci.brooklyn.cuny.edu>), sfida robotica internazionale per studenti delle scuole primarie e secondarie. La competizione – che si svolge a diversi livelli, dalle gare locali a quelle nazionali e internazionali (quest'anno in programma a Graz, in Austria, a luglio) – è sorella minore di RoboCup ([www.robocup.org](http://www.robocup.org)), ambizioso progetto di intelligenza artificiale. Sotto le spoglie della competizione ludica tra studenti universitari di tutto il mondo, RoboCup si pone in realtà l'obiettivo di realizzare, entro il 2050, una squadra di robot umanoidi del tutto autonomi, in grado di sfidare e, possibilmente, di battere la squadra di calcio campione del mondo in carica.

Secondo Daniele Nardi, coordinatore nazionale delle attività RoboCup in Italia, la partecipazione a questo tipo di competizioni ha un grandissimo valore didattico. «Innanzitutto, perché la gara motiva gli studenti a dare il massimo: per cercare di vincere, fanno sforzi che altrimenti non farebbero mai, con ricadute molto significative in termini di formazione». Le abilità che vengono sviluppate dai ragazzi durante la partecipazione al progetto, però, non sono solo di tipo tecnico e conoscitivo. «Si impara a lavorare bene in gruppo, a prendere l'iniziativa, a essere creativi», spiega Nardi. «I robot realizzati sono macchine imperfette: spesso, durante le prove o la gara, si rompono o vanno incontro a errori di funzionamento. In questo caso, bisogna essere capaci di individuare rapidamente soluzioni efficaci ai problemi e di intervenire tempestivamente per risolverli. Anche andando a chiedere un consiglio ad altri partecipanti, che magari hanno già affrontato e risolto la stessa difficoltà. Non è insolito che, a margine di questi eventi, ragazzi che non si conoscevano comincino a condividere software e ad attivare corposi scambi di informazioni attraverso Internet».



creatura artificiale», precisa Micheli. «Se sbagliano non si demoralizzano ma si sentono stimolati a rivedere i propri ragionamenti e i risultati che ne sono derivati, senza per questo sentirsi giudicati o messi alla prova».

Tutto questo, ovviamente, vale in generale. Quello che Roberta propone, però, è un passo in più: lo sviluppo di una metodologia dedicata a promuovere l'interesse delle ragazze prima di tutto per gli oggetti robot e poi le materie tecnologiche e scientifiche.

### Le tre regole di Roberta

Se si portano in classe degli anonimi robot proponendo agli studenti di sviluppare un programma per farli giocare a calcio, è quasi inevitabile che la proposta susciterà un notevole entusiasmo tra i ragazzi e una certa indifferenza (o insofferenza) tra le ragazze. E anche se queste ultime volessero partecipare al "gioco", è probabile che finirebbero ai margini. Per evitare che questo succeda, occorre presentare in classe robot e robotica in un modo diverso ed è proprio questo l'obiettivo principale del progetto Roberta. Il primo



📍 L'entusiasmo dello staff di Scuola di robotica nel giorno della nomina a Centro regionale di riferimento per il progetto Roberta. Al centro, Fiorella Operto, cofondatrice della scuola (insieme a Gianmarco Veruggio) e "tecnovisionaria dell'anno" secondo il BlackBerry Women and Technology Award del 2008.

passo è la partecipazione dei docenti interessati a un breve corso organizzato, nei vari Paesi, dai Centri regionali di riferimento: i partecipanti diventeranno "esperti della metodologia del progetto" e potranno a loro volta dare vita a nuove esperienze.

Al corso, i docenti scoprono che i principali aspetti da tenere in considerazione per rendere la robotica più affascinante anche agli occhi delle ragazze sono tre. Innanzitutto, i numeri: il progetto deve essere proposto a classi o a gruppi composti in forte prevalenza da ragazze. «I ragazzi sono più portati o comunque più abituati a "maneggiare" oggetti tecnologici, mentre da questo punto di vista le ragazze sono tendenzialmente più timide: se sono poche, c'è il rischio che rimangano a guardare», spiega Paolo Torda, docente di laboratorio di elettronica all'Istituto superiore di informatica Von Neumann di Roma, tra i primi partecipanti a un corso Roberta. «Per lo stesso motivo, è importante che il docente non si intrometta subito nel loro lavoro, anche se all'inizio questo sembra procedere piuttosto lentamente». Il secondo aspetto è l'ambientazione. In generale, le ragazze sono poco attratte da compiti molto sportivi o tecnici, per cui è meglio creare una contestualizzazione che si rifaccia ad applicazioni di tipo ambientale, medico o sociale (come il salvataggio di persone). Infine, è importante puntare sulla personalizzazione del robot, sul suo aspetto esteriore: aiuta le studentesse a considerarlo più "loro", più frutto del proprio lavoro. Passata la diffidenza iniziale con l'oggetto robot, le ragazze non rimangono più ai margini, ma diventano protagoniste e, in successive attività in gruppi misti, vengono riconosciute pienamente abili dal punto di vista tecnologico, sia dai docenti sia dagli altri membri del gruppo. ➔

📍 Per proporre esperienze, progetti, attività:  
[linxedizioni.it/contatti](http://linxedizioni.it/contatti)

## SPAZIO AL RICERCATORE

«Probabilmente è vero che le donne che si occupano di robotica lavorano soprattutto ad applicazioni particolari, per esempio quelle mediche. Io, però, non mi riconosco in questa cornice: mi interessa più la ricerca di base che una ricerca troppo guidata dall'applicazione, anche in settori comunemente considerati più adatti alle donne». È molto decisa Marilena Vendittelli, ricercatrice presso il laboratorio di robotica dell'Università di Roma La Sapienza, nel rivendicare la propria autonomia professionale, anche rispetto alla cosiddetta "questione di genere" nelle professioni scientifiche. Vendittelli lavora a un progetto di robotica mobile: partiamo da qui per una breve chiaccherata sul rapporto tra donne e robotica.

### Vendittelli, di che cosa si occupa esattamente?

In breve, di modellizzazione, pianificazione e controllo del moto dei robot. Si tratta di un problema complesso: bisogna pensare a una macchina – umanoide o meno – in grado di spostarsi in un ambiente a sua volta popolato da oggetti in movimento. Per di più, l'ambiente non è necessariamente noto a priori al robot, che impara a conoscerlo (comunicando le informazioni acquisite al programmatore) attraverso appositi sensori.

### Il suo lavoro si svolge in un ambito tipicamente maschile. Questo che cosa comporta?

Che riuscire a emergere, pur non essendo impossibile, non è neppure propriamente facile, soprattutto perché si viene sempre giudicate da uomini. La mia impressione personale è che, spesso, si pensa che una donna faccia questo tipo di cose per diletto, non perché costituiscono il suo lavoro o, più concretamente, proprio perché ha bisogno di lavorare. Così, di fronte a una possibilità di avanzamento di carriera, più di frequente viene preferito l'uomo, anche con la scusa che "ha una famiglia da mantenere".

### C'è una via "femminile" alla robotica?

In un certo senso sì: direi che c'è un modo diverso di affrontare e comunicare i problemi. Le donne, per esempio, riescono più degli uomini a proporre e confrontare nuove idee anche attraverso vie di comunicazioni informali, "empatiche".

### Che cosa pensa dei progetti che portano la robotica nelle scuole?

Che siano un'ottima idea! Ci sono talmente tante cose da imparare che credo sia davvero utile anticipare il più possibile il primo contatto con la tecnologia. Del resto, le mie figlie – di quattro e due anni – mi insegnano che i bambini sono naturalmente attratti verso i prodotti tecnologici: tanto vale sfruttare questa predisposizione. Inoltre, questi progetti aiutano a ridimensionare le aspettative dei più piccoli nei confronti dei robot; a far capire che, in fin dei conti, si tratta solo di macchine, per quanto più sofisticate di altre.



📍 Marilena Vendittelli. La fotografia è stata scattata durante Icara 2007, la conferenza mondiale di robotica organizzata a Roma nell'aprile 2007 proprio dal gruppo di ricerca di Vendittelli.

## Un po' di teoria

# Analogia, induzione, deduzione

Terzo appuntamento con le schede didattiche di *Apprendere ad apprendere*: esercizi non standard per facilitare l'apprendimento della matematica e delle altre discipline attraverso lo strumento della logica.



A CURA DI GILDA COZZI  
E PIER LUISA FERRARI

### ANALOGIA O PROPORZIONE COMUNE

Dal greco "analogia", corrispondenza, somiglianza, affinità di relazioni fra due cose diverse; è una delle forme del ragionamento nel pensiero creativo.

La proporzione, dal latino "pro-porzio-nis", giusto rapporto, "a sta a b come c sta a d", "a : b come c : d", è una equivalenza tra i rapporti a : b, c : d di somiglianza fra cose, a-b-c-d, che appartengono a domini eterogenei. L'analogia è una *proporzione non matematica* che si usa in filosofia, nelle scienze empiriche, in letteratura e in altre discipline per "argomentare".

Nelle scienze empiriche l'uso dell'analogia come strumento per orientare la ricerca è utile, ma serve esclusivamente nelle fasi preliminari dello studio; in fase avanzata si ammetteranno e si organizzeranno soltanto i risultati acquisiti attraverso l'esperienze realmente effettuate o dedotti logicamente per mezzo di dimostrazioni teoriche.

Esempi di analogia o proporzione comune:

- Le proprietà delle operazioni logiche di negazione, congiunzione, disgiunzione inclusiva, disgiunzione esclusiva, implicazione materiale sono simili a quelle delle operazioni aritmetiche.
- Il suono si propaga attraverso una sostanza elastica così come un'onda si propaga nell'acqua.

La proposizione "Pittore sta a quadro come calciatore sta a pallone" *non* può essere intesa come analogia o proporzione comune, perché il rapporto di somiglianza (calciatore : pallone) non è della stessa natura del rapporto preso come riferimento (pittore : quadro), in quanto il pallone non rappresenta l'opera del calciatore, mentre il quadro è l'opera del pittore.

La **proporzione matematica**  $a : b = c : d$  fra le quattro grandezze omogenee a, b, c, d è l'uguaglianza dei due rapporti

numerici (a : b), (c : d) che devono essere due numeri identici.

Esempi di proporzioni matematiche:

- $12 : 6 = 6 : 3$
- $4 : 5 = 7 : 8,75$
- $\sqrt{2} : 3 = 2/3 : \sqrt{2}$
- $2b : 4b = 3b : 6b$
- $3/4 : 7/5 = 15m^3 : 28m^3$
- $7 : 4 = 14g : 8g$

L'uguaglianza  $13 : 10 = 5 : 3$  *non* è una proporzione matematica poiché i due rapporti numerici (13 : 10) e (5 : 3) sono due numeri diversi e il prodotto dei due termini medi, il 10 e il 5, è 50 mentre il prodotto dei due termini estremi, il 13 e il 3, è 39; è una proposizione sintatticamente ben formata secondo la lingua matematica ma semanticamente falsa.

### INDUZIONE E DEDUZIONE

Sono forme diverse di ragionamento che rappresentano forme diverse di *inferenza*. L'inferenza, dal latino "portare verso", è il

procedimento di costruzione di generalizzazioni a partire da dati particolari (induzione) o di derivazione di conclusioni particolari a partire da premesse generali (deduzione).

### Induzione: qualche → tutti

Dal latino "il condurre dentro"; è il percorso dal particolare all'universale, dalle conclusioni particolari alle premesse generali, dagli effetti (qualche) alle cause (tutti); è l'operazione mentale detta analisi. L'induzione è un'attività creativa dell'intelletto che sta alla base della invenzione, della ricerca, dell'ampliamento della conoscenza; è una forma di ragionamento priva di valore dimostrativo, ma che porta ad esprimere un enunciato che abbia un grado più o meno elevato di possibilità di essere vero. Una legge generale formulata per via induttiva rimane pur sempre una ipotesi non certa, una congettura probabile, soggetta a eventuali modifiche legate ai risultati della esperienza futura, alle peculiarità sociali e storico culturali del mondo in cui si vive.

Esempi di induzione:

- Premesse particolari (*qualche*):  
Per la mia esperienza il cigno italiano è bianco.  
Per la mia esperienza il cigno francese è bianco.  
Per la mia esperienza il cigno cinese è bianco.  
Conclusione generale (*tutti*): tutti i cigni sono bianchi.  
Legge generale: "Se il cigno italiano è bianco e il cigno francese è bianco e il cigno cinese è bianco, allora tutti i cigni sono bianchi."

Come si può notare dall'esempio, nel ragionamento induttivo la accettazione delle premesse come verità non garantisce la verità della "legge generale". Il metodo induttivo, basato sull'analisi, serve per prevedere risultati,

per risolvere problemi che presentano un numero molto elevato di casi da esaminare, per fissare un concetto, oggetto della ragione, ricavabile dall'esperienza.

- "Se la lampadina si spegne (*effetto*), allora manca la corrente elettrica (*causa*) nell'impianto".

Questo ragionamento non è sempre valido e questa affermazione non è sempre vera, perché la mancanza di corrente è solo una delle possibili cause; potrebbe essersi rotto il filamento della lampadina o esserci un contatto incerto nell'impianto.

- Principio dell'induzione matematica completa sull'insieme N dei numeri naturali, formulato da Peano, matematico e logico vissuto a Torino nel XIX secolo:

«Chiedo a voi di accettare che se:  
– constato che il *numero zero* gode della proprietà X (uno singolare; I fase)  
– e postulo che un *numero naturale n*, preso a caso, gode della proprietà X (uno particolare; II fase)  
– e dimostro, seguendo un rigoroso concatenamento logico basato su definizioni, assiomi, postulati, verità precedentemente dimostrate, che il numero naturale  $(n + 1)$ , successivo di n, gode anch'esso della proprietà X (uno particolare → suo successivo, particolare; III fase), allora, la proposizione "*Tutti i numeri appartenenti all'insieme N godono della proprietà X*" (tutti, generale, universale; IV fase), che esprime una legge generale, è VERA»

### Deduzione o implicazione logica: tutti → qualche

Dal latino "il condurre giù"; è il percorso dall'universale al particolare, dalle premesse generali alle conclusioni particolari, dalle cause (tutti) agli effetti (qualche); è l'operazione mentale detta sintesi. Si ha una deduzione, una implicazione logica, una inferenza tra le proposizioni p, q, ( $p \rightarrow q$ , "se p allora q", "p

è sufficiente per q", "q è necessario per p") quando il connettivo "se... allora" che le lega esprime *un nesso causale* tra la proposizione antecedente p (premessa, ipotesi) e la proposizione conseguente q (conseguenza, conclusione, tesi).

La deduzione è una forma di ragionamento, è un concetto di tipo sintattico e si classifica *valida/non valida*: è basata sui principi e sulle leggi della logica e della matematica e sta alla base del rigore della conoscenza. Il passaggio deduttivo dall'universale al particolare fornisce conoscenze semanticamente certe, cioè o vere o false, solo se il ragionamento è condotto in modo rigoroso. Se invece il ragionamento è condotto con un metodo empirico, pratico, legato all'esperienza, seppur basato sui principi ideali della logica e della matematica, il passaggio deduttivo dall'universale al particolare non fornisce agli scienziati conoscenze certe, pur permettendo loro di penetrare sempre più in profondità la realtà sensibile, ma fornisce solamente un modello idealizzato, approssimato, non reale, per la rappresentazione del mondo esterno.

La forma di ragionamento chiamata deduzione o implicazione logica si costruisce e si sviluppa secondo il seguente schema:

- a.** premessa minore: si osservano dei fatti relativi a un dominio di studio;
- b.** premessa maggiore: si formulano proposizioni, congetture, ipotesi che costituiscono i punti di partenza di un ragionamento e che esplicitano le cause che generano un effetto, per collegare tali fatti fra loro. Dette ipotesi si basano o su conoscenze già acquisite come vere induttivamente, o già dimostrate deduttivamente, o postulate "vere" secondo buon senso;
- c.** conclusione: si traggono le conseguenze necessarie dalle premesse poste, gli effetti generati dalle cause, seguendo rigorosamente i principi e le leggi della logica, della matematica e della disciplina di studio.



Esempi di deduzione:

- Premessa minore: Queste palline che ho davanti sono di questa urna. Premessa maggiore: Tutte le palline di questa urna sono nere. Conseguenza necessaria: Queste palline che ho davanti sono nere.
- Il concetto di deduzione logica permette di affermare che la seguente concatenazione di proposizioni vere, "tutti gli animali sono mortali", "il mio cane è un animale", quindi "il mio cane è mortale", è una inferenza valida. La verità della proposizione "il mio cane è mortale", conseguenza necessaria alle due premesse, è garantita sempre dalla verità delle due proposizioni premesse "tutti gli animali sono mortali", "il mio cane è un animale" poiché è presente chiaramente un rapporto di causa-effetto, un nesso logico che le lega.

Altresì il concetto di deduzione logica permette di affermare che la seguente concatenazione di proposizioni vere, "tutti gli animali sono mortali", "il mio cane è un Labrador", quindi "il mio cane è marrone", non è una inferenza valida. La proposizione "il mio cane è marrone", non è conseguenza logica necessaria della premessa maggiore "tutti gli animali sono mortali" e della premessa minore "il mio cane è un Labrador", in quanto non è presente un rapporto di causa-effetto, un nesso logico che lega le premesse alla conseguenza.

### a. Schemi di ragionamento *valido*

Lo schema **1** sintetizza la seguente deduzione valida: "se è (Non A v B) et è A, allora si deduce B".

Esempi:

- Se X non è un bipede o (vel) è un mammifero (premessa) e se X è bipede (premessa), allora X è un mammifero (conseguenza).
- Il quoziente tra due numeri naturali a, b non esiste o è unico (premessa); il quoziente tra a, b esiste (premessa); il quoziente tra a, b è unico (conseguenza).

Nello schema **2** è espressa la regola di ragionamento detta *Modus Ponens* che sintetizza la seguente deduzione valida "Se è  $A \rightarrow B$  et se è A, allora si deduce B".

Esempio:

- Se x è un numero pari, allora è multiplo di due (premessa); x è pari (premessa), quindi è multiplo di due (conseguenza).

Nello schema **3** è espressa la regola di ragionamento detta *Modus Tollens* che sintetizza la seguente deduzione valida "Se è  $A \rightarrow B$  et se è Non B, allora si deduce Non A".

Esempio:

- Se ABCD è un quadrato, allora è un quadrilatero; ABCD non è un quadrilatero; ABCD non è un quadrato.

### b. Schemi di ragionamento *non valido*

Esempi:

- (secondo lo schema **4**): se non è vero che Roma ha 20 abitanti o (vel) è la capitale d'Italia (premessa) e se Roma è la capitale d'Italia (premessa), allora Roma ha 20 abitanti. (Le due premesse, semanticamente vere, non implicano come necessaria la conseguenza tratta che, peraltro, è semanticamente falsa).
- (secondo lo schema **5**): se tu stai giocando a calcio, allora non sei al cinema (premessa) e se tu non sei al cinema (premessa), allora stai giocando a calcio. (La conseguenza tratta non è necessaria alle premesse: tu potresti essere a casa a studiare, ecc.).
- (secondo lo schema **6**): se ABCD è un quadrato, allora è un rettangolo (premessa) e se ABCD non è un quadrato (premessa), allora esso non è un rettangolo (la conseguenza tratta non è necessaria alle premesse; il non essere quadrato è il contraddittorio dell'essere quadrato e come tale può significare l'essere rettangolo non quadrato o tante altre cose).
- (secondo lo schema **7**): se questa è una pianta, allora ha bisogno di acqua e di luce (premessa) e se questa non è una pianta (premessa) allora non ha bisogno di acqua e di luce (conseguenza non necessaria alle premesse; il non essere pianta, contraddittorio di essere pianta, è un concetto vago, semanticamente incerto, di cui non si conoscono le caratteristiche). ☹

	a. Schemi di ragionamento <i>valido</i>			b. Schemi di ragionamento <i>non valido</i>			
	1	2 <i>Modus Ponens</i>	3 <i>Modus Tollens</i>	4	5	6	7
Premesse	Non A v B A	A → B A	A → B Non B	Non A v B B	A → B B	A → B B	A → B Non A
Conseguenza necessaria	B	B	Non A	A	A	Non A	Non B





# Esercizi



**PIER LUISA FERRARI  
E GILDA COZZI**

a lungo docenti  
rispettivamente di  
matematica e di italiano e  
latino nello stesso biennio  
di un liceo scientifico,  
hanno sviluppato un  
metodo interdisciplinare  
per facilitare  
l'apprendimento delle  
diverse discipline a partire  
dal terreno comune della  
logica.

## A. Leggere i testi seguenti e individuare se si basano su ragionamenti per analogia (A), per induzione (I), per deduzione (D).

1. Una pianta acquatica raddoppia il suo volume ogni giorno; se dopo 20 giorni ricopre tutto il lago, allora dopo 19 giorni ricopre metà della superficie del lago.
2. Il triangolo non ha diagonali; il quadrilatero ha 2 diagonali; il pentagono ha 5 diagonali; l'esagono ha 9 diagonali; un poligono convesso di  $n$  lati ha  $n(n - 3) / 2$  diagonali.
3. Nella teoria degli insiemi vale la proprietà distributiva dell'operazione di prodotto cartesiano ( $\times$ ) rispetto all'operazione di intersezione ( $\cap$ ), come in aritmetica vale la proprietà distributiva della moltiplicazione rispetto alla addizione.
4. Nella lingua italiana l'aggettivo qualificativo concorda in genere e numero con il sostantivo a cui si riferisce. Data la proposizione "Questo tavolo è rotondo", poiché "rotondo" è un aggettivo qualificativo, esso concorda in genere e numero con il sostantivo tavolo a cui si riferisce.
5. Sceso dalla macchina dopo un viaggio di 500 chilometri, ho toccato il tubo di scappamento e mi sono ustionato. L'energia del motore si è trasformata anche in calore.

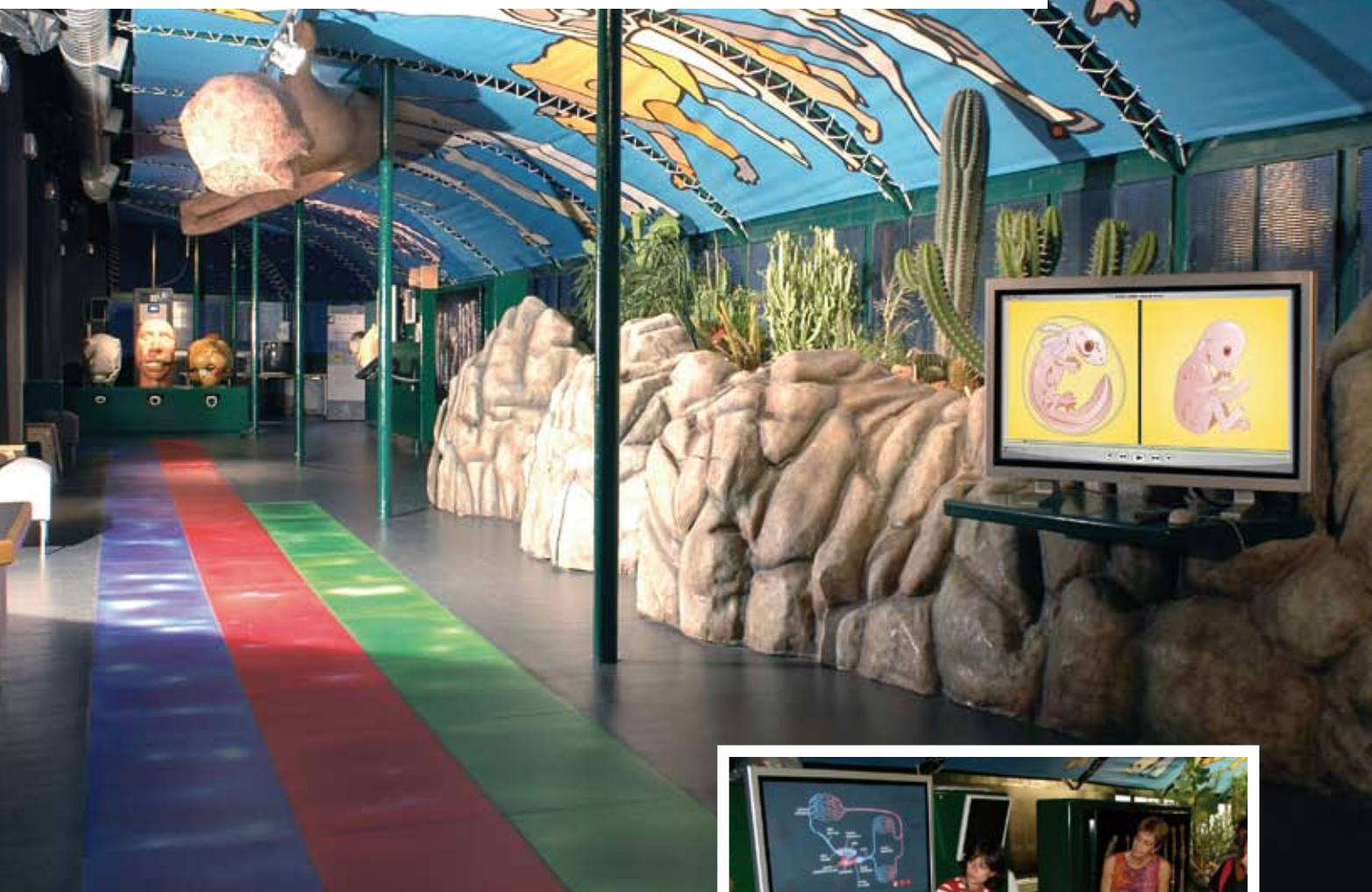
## B. Tra le conclusioni suggerite indicare quella che si deduce logicamente dalle premesse poste.

1. Tutte le madri hanno partorito almeno un figlio; qualche donna partorisce almeno un figlio; ...  
— qualche donna è madre.  
— qualche madre ha un figlio.  
— tutti i figli hanno una madre.
2. Poiché il quadrato ha quattro angoli retti, allora se una figura piana ha quattro angoli retti...  
— è un quadrato.  
— non è un quadrato.  
— potrebbe essere un quadrato.
3. Poiché tutti i professori sono pignoli, Enrico che non è un professore...  
— è certamente pignolo.  
— non è pignolo.  
— potrebbe essere pignolo.
4. Se ABCD è un quadrato, allora ABCD ha le diagonali perpendicolari; ABCD non è un quadrato; ABCD...  
— non ha le diagonali perpendicolari.  
— potrebbe avere le diagonali perpendicolari.  
— ha le diagonali perpendicolari.

## C. Per ciascuna delle proposizioni seguenti stabilire se può essere classificata proporzione matematica (P), analogia o proporzione comune (A), nessuna delle due.

1. L'uomo costruisce strumenti materiali per facilitare il lavoro, come l'intelletto dell'uomo costruisce strumenti logici per facilitare la conoscenza.
2. In un triangolo rettangolo il segmento altezza relativo al segmento ipotenusa è medio proporzionale tra i segmenti proiezione dei cateti sull'ipotenusa.
3.  $45 : 0 = 7 : 0$
4. «Stamani mi sono disteso / in un'urna d'acqua / e come una reliquia / ho riposato» (G. Ungaretti, *I fiumi*).

# IL MUSEO E LA SCUOLA. INSIEME PER **FARE SCIENZA**



Formazione per i docenti, percorsi guidati, attività interattive, kit didattici, coinvolgimento di realtà scientifiche territoriali: a Milano e in Lombardia tante proposte per *Educare alla scienza e alla tecnologia* con il *Progetto EST*.



ANGELA ILDOS – Associazione Didattica Museale

Insegnare scienze è una sfida, non solo per la complessità dei contenuti, ma soprattutto per l'imperativo di trasmettere agli studenti quel potentissimo strumento di indagine, il metodo scientifico, indispensabile per compiere scelte consapevoli in tutti i campi dell'esistenza. Gli studenti italiani sembrano meno affascinati dalla scienza rispetto ai loro colleghi europei, e le facoltà scientifiche continuano ad avere un numero di iscritti troppo basso rispetto alle esigenze di un Paese moderno. Il problema ha radici estese: lo scarso riconoscimento sociale ed economico riservato al ruolo del ricercatore incide notevolmente, ma anche la scuola ha la sua parte di responsabilità. Accade a volte, purtroppo, che si insegnino le scienze in modo ben poco scientifico, con la lezione frontale quale strumento base, se non unico. E così la passione, la curiosità, la capacità di stupirsi che caratterizzano l'approccio alle scienze nei giovanissimi, rischiano di essere dimenticate.

Dobbiamo cedere al pessimismo? Certo che no! In questi anni, molti progetti sono nati per fornire ai docenti risorse per potenziare e rendere più efficace l'insegnamento delle scienze. Uno in particolare si caratterizza per aver saputo integrare in modo sinergico le esigenze della scuola con il patrimonio storico e culturale rappresentato dai musei scientifici: è il *Progetto EST – Educare alla Scienza e alla Tecnologia*. Il Progetto EST è finanziato da Fondazione Cariplo e ha come partner la Regione Lombardia, l'Ufficio scolastico regionale, il Museo nazionale della scienza e della tecnologia Leonardo da

Vinci e il Museo civico di storia naturale di Milano; si avvale inoltre della consulenza dell'Università di Milano Bicocca. Iniziato nel 2004, si avvia alla conclusione nel corrente anno scolastico, avendo coinvolto circa mille scuole primarie e secondarie di primo grado e formato circa tremila docenti.

### Il modello EST

L'obiettivo fondamentale è avvicinare studenti e docenti alla scienza attraverso un approccio didattico informale e interattivo detto *hands on* (toccare con le mani, conoscere attraverso il fare): attività pratiche non intese come banale conferma di nozioni già apprese a livello teorico, ma come momento di reale sperimentazione che coinvolge la sfera delle emozioni. Perciò ben vengano, accanto al laboratorio scientifico propriamente detto, metodologie un po' anticonformiste come gioco, teatro, o nuove tecnologie. Alla base c'è un modello innovativo di cooperazione tra musei e scuole. Il museo si propone alla scuola come strumento di apprendimento attivo: luogo vivo, in cui i ragazzi possono compiere esperienze, osservare e confrontarsi con i fenomeni naturali.

Il progetto garantisce a titolo gratuito a ogni classe aderente un percorso educativo che si sviluppa nel corso dell'intero anno, i cui punti fondamentali sono: tre giornate *full immersion* di formazione per i docenti, un percorso guidato in museo, un'attività interattiva nei laboratori didattici museali, un incontro in classe con esperti e materiali del museo, un ricco kit didattico che rimane in dotazione alla classe, una giornata di verifica e di condivisione dei risultati. Nella prima fase di sperimentazione (a.s. 2004-05), 150 docenti di 50 scuole della Lombardia hanno co-progettato con gli esperti dei due musei milanesi i percorsi didattici e collaudato i kit per l'attività in classe. Negli anni successivi si sono coinvolti i musei scientifici territoriali, potenziandone le capacità didattiche: sono parte integrante del Progetto EST ben 25 musei lombardi oltre ai due milanesi, distribuiti nelle varie province. Il progetto prevede infatti che le scuole lavorino con i musei della propria provincia per facilitare il radicamento sul territorio della metodologia EST. Il modello si è declinato per ogni museo in proposte differenti, volte a valorizzare gli aspetti che più caratterizzano ciascuna

- Uno degli ambienti del Biolab del Museo civico di storia naturale di Milano. Nel riquadro, un gruppo di docenti durante un'attività di formazione del progetto EST.
- ➔ Incontro in classe con gli esperti del museo nell'ambito del percorso di anatomia e fisiologia: gli studenti analizzano i crani di diversi vertebrati, individuando somiglianze e differenze.





realtà e a incontrare le esigenze specifiche delle scuole. Rimandando al sito del progetto ([www.progettoest.it](http://www.progettoest.it)) per approfondimenti, desideriamo qui raccontarvi l'esperienza del Museo civico di storia naturale di Milano e dei docenti che hanno lavorato con noi in questi anni di Progetto EST.

### Il Biolab

Per il Museo di storia naturale di Milano il Progetto EST ha rappresentato l'opportunità di rispondere a un'esigenza manifestata fortemente dall'utenza, soprattutto scolastica, nel corso degli anni: quella di poter disporre di spazi laboratoriali per ampliare l'offerta didattica museale in una dimensione pratica. È così nato il Biolab. Allestito nelle ex-serre di Palazzo Dugnani, è una struttura complementare al museo, del quale costituisce il luogo in cui fare, toccare, sperimentare. L'approccio pedagogico punta al coinvolgimento del visitatore nell'interezza della sua persona: stimolando l'intelletto, valorizzando l'esperienza personale, suscitando emozione. Tale proficua disposizione di spirito, unita a un metodo rigoroso di indagine del reale, può realmente promuovere un progresso nelle

conoscenze e nelle competenze scientifiche. Al Biolab si può interagire con exhibit elettromeccanici, postazioni multimediali, modelli, e anche terrari e acquari. Le esperienze appartengono a due tipologie: gli esperimenti "impossibili" e gli esperimenti "possibili". I primi sono approcci interattivi con modelli della realtà che non sarebbe altrimenti possibile avvicinare; i secondi sono invece esperimenti per mezzo dei quali il visitatore interroga la natura direttamente per indagare aspetti particolari e concreti del mondo vivente.

Al Biolab si approfondiscono, in tre percorsi, altrettanti temi portanti nel campo delle scienze naturali, che sono anche i tre argomenti proposti dal Museo nell'ambito del Progetto EST: Evoluzione e biodiversità; Anatomia e fisiologia dei vertebrati; Atmosfera e meteorologia.

### Un cammino lungo un anno... e più!

Lavorare con i ragazzi e percepire che le attività in cui li si coinvolge portano i frutti auspicati è sicuramente una grande soddisfazione. Tuttavia, per noi operatori museali, le maggiori occasioni di arricchimento sono venute proprio dal percorso compiuto con i "nostri" docenti, che anche in questa sede ringraziamo per

la generosità, la creatività, la competenza che hanno dimostrato nell'affrontare questa impegnativa avventura. L'ampio spazio garantito nel Progetto EST a formazione, monitoraggio, sostegno *in itinere*, verifica e condivisione dei risultati dà una misura di come il docente sia il perno intorno a cui tutto ruota. Il percorso di formazione è finalizzato a potenziare la professionalità di ciascun partecipante utilizzando al meglio le competenze già acquisite e integrandole con quanto di peculiare il Progetto EST è in grado di offrire.

Del resto, proprio la valorizzazione delle esperienze dei docenti ha permesso di ampliare ulteriormente la gamma di strumenti a disposizione: per esempio, oggi fa parte della formazione degli insegnanti EST anche padroneggiare la tecnologia del *podcasting*, assai familiare ai giovani (un po' meno agli adulti), un mezzo eccellente per facilitare l'apprendimento e la comunicazione di concetti scientifici. Lo spunto per questa innovazione è stato offerto dagli insegnanti dell'Istituto comprensivo Brianza di Bollate (MI), che ha aderito al Progetto EST nell'anno scolastico 2007/2008 e da allora continua a collaborare con noi.



PER GENTILE CONCESSIONE ARCHIVIO ADM

Il ruolo dei docenti che partecipano al progetto EST non si limita a quello di semplici esecutori di istruzioni predefinite, ma è loro richiesta una funzione attiva di partecipazione ad attività pratiche e di progettazione del proprio, personale percorso didattico.

### SPAZIO AL DOCENTE

«La visita e le attività agli exhibit del percorso Evoluzione e biodiversità a cui ho partecipato con la mia classe sono state interessanti e la nostra guida è riuscita a renderle anche molto divertenti. La possibilità di toccare, di provare e riprovare, di sbagliare, di procedere per tentativi rende gli studenti davvero protagonisti del loro apprendimento.

In particolare, poter sbagliare senza per questo essere giudicati (dagli adulti, ma anche dai compagni) facilita l'inserimento attivo nel lavoro anche di coloro che di solito faticano di più a mettersi in gioco. Un aspetto molto importante è proprio la libertà di sbagliare e quindi di imparare attraverso gli errori: la gestione degli errori è infatti uno degli aspetti più complessi per gli studenti di scuola media, che faticano ad accettare gli sbagli propri e altrui.

Il progetto è stato interessante anche dal punto di vista dell'aggiornamento personale. Una certa difficoltà ho trovato inizialmente nell'inserire il lavoro nella programmazione annuale, che era già definita e avviata. La classe ha risposto abbastanza bene, pur trattandosi di una classe che per tutto il triennio è risultata piuttosto difficile da coinvolgere nel lavoro scolastico, e l'impegno che ha profuso nella realizzazione dell'elaborato finale ne è la conferma.

Indubbiamente, le metodologie proposte hanno favorito l'apprendimento di un concetto complesso come quello dell'evoluzione, ma hanno anche contribuito a migliorare l'interesse e la partecipazione degli studenti al lavoro scolastico».

Francesca Signorile, classe 3E (a.s. 2006/07) IC Sabin, Segrate (Milano)



### ANGELA S. ILDOS

naturalista, insegna scienze all'ITIS G. Riva di Saronno (VA) ed è socia fondatrice dell'Associazione Didattica Museale (ADM), che si occupa dell'ideazione e realizzazione delle attività divulgative proposte a scuole, gruppi e appassionati presso il Museo civico di storia naturale di Milano, presso le scuole e sul territorio. ADM organizza inoltre convegni, mostre, seminari e corsi di formazione per docenti e operatori museali.

Nella formazione si sperimenta la metodologia hands on e si approfondiscono i contenuti, e ciò aiuta i docenti a superare le incertezze collegate con attività che, proprio per la loro natura sperimentale, hanno una inevitabile componente di imprevedibilità: per esempio ricavando stimolo e non frustrazione dall'esperimento che "non riesce", o dando il massimo in un gioco a squadre anche dopo trent'anni passati dietro la cattedra. Inoltre, queste giornate costruiscono quel rapporto di collaborazione e dialogo tra docenti e operatori museali che è presupposto fondamentale per la riuscita del progetto stesso. A momenti di lavoro comune si alternano attività specifiche sul percorso tematico scelto, nelle quali i docenti compiono in prima persona le esperienze destinate agli alunni, con particolare riguardo a quelle effettuabili con l'ausilio del kit didattico. Il kit è una "borsa di Mary Poppins" (in realtà è uno scatolone, ma questa definizione attribuitagli da una docente rende bene l'idea!) contenente materiali, strumenti e schede didattiche per svolgere le più varie attività hands on autonomamente in classe, e spesso ha costituito un primo nucleo per l'allestimento del laboratorio scientifico scolastico. Ogni insegnante costruisce un percorso educativo autonomo e originale, coerente con la metodologia del progetto, integrando l'offerta del museo nella propria programmazione. L'eccezionale ricchezza di contenuti e fantasia degli elaborati prodotti dalle scuole (sul sito

[www.progettoest.it](http://www.progettoest.it) alla voce "lavori delle scuole") dimostrano il livello di eccellenza che è possibile raggiungere al termine di questo percorso così profondamente condiviso.

### Prospettive

Oggi possiamo verificare come il Progetto EST sia realmente riuscito a promuovere un cambiamento. Gli insegnanti che hanno vissuto questa esperienza insieme ai loro studenti (gli insegnanti *ESTpertiti!*) hanno fatto propria la metodologia hands on integrandola nella pratica didattica quotidiana, ripetendo e implementando negli anni successivi con nuove classi le strategie apprese, e creando una comunità feconda di consigli e supporto verso i colleghi che si avvicinano al progetto o, più in generale, alla didattica delle scienze. Una testimonianza di ciò è la crescente affluenza alle giornate "Biolab Aperto", organizzate con cadenza mensile per approfondire con gli esperti museali vari temi naturalistici. In questo contesto, aperto a tutti gli insegnanti anche non iscritti al progetto, è possibile chiarire dubbi, ricevere suggerimenti e... giocare con gli exhibit del Biolab. I musei, con i loro laboratori interattivi, sono una risorsa di grandissimo valore formativo anche per gli studenti più grandi, che si avvicinano al momento di compiere scelte decisive per il loro orientamento professionale: ce lo conferma il feedback dei numerosi docenti di scuola superiore che già ora inseriscono visite al museo e al Biolab nella loro programmazione. Riteniamo che

### IN RETE!

#### Progetto EST

Sito ufficiale del progetto, con moltissime informazioni e materiali scaricabili. È possibile vedere le proposte di tutti i musei che vi hanno aderito e consultare alcuni dei materiali prodotti dalle classi che hanno partecipato. [www.progettoest.it](http://www.progettoest.it)

#### Associazione didattica museale

Sito web dell'associazione responsabile della sezione didattica del Museo civico di storia naturale di Milano, partner del Progetto EST. Oltre ad approfondimenti sul progetto, è possibile consultare tutte le proposte didattiche per le scuole e divulgative per il pubblico. [www.assodidatticamuseale.it](http://www.assodidatticamuseale.it)

la formula EST, collaudata con tanto successo nel primo ciclo di istruzione, possa essere trasferita con altrettanta soddisfazione alla scuola secondaria di secondo grado, e già sono allo studio progetti in tal senso. Molte attività didattiche nel Progetto EST hanno come obiettivo una "alfabetizzazione scientifica" che potrebbe sembrare poco adatta per i teen-ager, ma se spostiamo l'attenzione dal contenuto alla metodologia ci rendiamo conto che non è così. Spesso sono proprio gli studenti più grandi, quelli allevati in una didattica trasmissiva e frontale, a incontrare difficoltà nella sperimentazione pratica tanto sul piano concettuale (per esempio nella gestione degli errori) quanto su quello manuale e tecnico. Promuovere con determinazione nella scuola superiore l'uso costante di un approccio hands on, applicato a contenuti didattici di livello adeguato, consentirebbe di rispondere a molte esigenze: avvicinare la scuola alle reali richieste del mondo del lavoro, valorizzare gli studenti con uno stile di apprendimento meno incline alla teoria, e soprattutto rendere l'apprendimento piacevole, gratificante, efficace e duraturo. Chissà se la scuola e i musei, unendo le forze, saranno capaci di risvegliare in questi giovani il senso di meraviglia e lo spirito indagatore che da sempre fanno progredire la scienza? Noi, ovviamente, riteniamo di sì! 🟡

📌 Per proporre esperienze, progetti, attività: [linxedizioni.it/contatti](mailto:linxedizioni.it/contatti)

«**P**ronto? Sono una studentessa di terza superiore. Vorrei chiederle se ci possiamo incontrare per un'intervista. Con le mie compagne sto partecipando a un progetto per conoscere le carriere scientifiche». Così si è presentata Hasti, studentessa olandese, a uno dei Cinquanta scienziati e professionisti della scienza e della tecnologia dei Paesi Bassi selezionati dal Nemo Science Centre di Amsterdam. Prima di quella telefonata, Hasti aveva partecipato a un breve corso di formazione in classe su come svolgere e montare un'intervista filmata. Il nome che gli ideatori del progetto hanno dato all'iniziativa è *Tube Your Future* ed è facilmente rintracciabile in rete, per ora solo in olandese. Dopo avere filmato l'intervista, i ragazzi e le ragazze hanno montato un corto di quattro

minuti da pubblicare su un canale YouTube di Nemo. Alla fine dell'attività, tutte le classi hanno partecipato a un evento pubblico, un vero e proprio *award gala* dove le famiglie degli studenti, insieme ai ricercatori intervistati, hanno assistito all'assegnazione dei premi per i filmati migliori: il Criceto d'oro per la tecnica, il Lama d'oro per l'originalità e la Giraffa d'oro per il miglior film.

**Prima di tutto la ricerca**

L'iniziativa cui ha partecipato Hasti fa parte di un progetto europeo chiamato Gapp. L'acronimo sta per *Gender Awareness Participation Project* e gli obiettivi che hanno guidato i partner partecipanti per i due anni della sua durata sono stati principalmente due: comprendere la percezione delle ragazze e dei ragazzi rispetto alle carriere



# PER SUPERARE IL GAP

Come si possono incentivare ragazzi e ragazze a intraprendere carriere scientifiche? Ecco le riflessioni e le proposte elaborate nel corso del progetto europeo Gapp, nel racconto di due tra gli esperti che vi hanno preso parte.

■ ■ ■ ■ ■  
**FEDERICA MANZOLI**  
**DANIELE GOUTHIER**



scientifiche (con un'attenzione particolare alle prospettive delle ragazze), da una parte, e sviluppare nuove pratiche partecipative per incentivare i giovani a intraprenderle, dall'altra. Il progetto è partito da una ricerca sociale di tipo qualitativo; in questa fase, nei sei Paesi coinvolti (Belgio, Danimarca, Italia, Olanda, Polonia, Portogallo) sono stati organizzati quarantotto focus group con tre diversi target (studenti delle scuole superiori, insegnanti e genitori), con l'obiettivo di mettere a fuoco i fattori che influenzano gli interessi di ragazzi e ragazze e le loro scelte di studio e carriera. Inoltre, sono stati intervistati Sessanta opinion leader nel campo della scienza e della tecnologia (scienziate e scienziati di carriera, amministratori di aziende ad alto contributo

tecnologico, esperte di genere), per capire il punto di vista di chi ha fatto carriera nella scienza, la sua storia e le sue prospettive. Sulla base dei risultati, i partner di Gapp hanno organizzato in ciascun Paese un evento chiamato *Open Space Technology*, dove tra le 50 e le 80 persone provenienti dalla comunità scientifica e dalla scuola hanno lavorato per un'intera giornata sulle aspettative dei giovani, in particolare delle ragazze, verso le carriere scientifiche. Obiettivo: individuare attività da sperimentare nelle scuole, coinvolgendo ragazzi e insegnanti.

### Scienza = fatica?

Un dato è emerso con forza dai focus group: a eccezione di mestieri con i quali sono a contatto per necessità, come il medico, i ragazzi non hanno



📍 Tutti i partner del progetto:  
Fondazione IDIS-Città della Scienza (Napoli), Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (Trieste), Nemo Science Center (Amsterdam), Experimentarium Science Center (Copenhagen), Royal Belgian Institute of Natural Sciences (Bruxelles), Ciencia Viva Science Centre (Lisbona) e Università di Varsavia.  
📍 Serata di gala per la premiazione dei filmati migliori dell'iniziativa *Tube Your Future*.





## UNA QUESTIONE DI CARRIERA

La scelta di una carriera scientifica non è orientata dall'essere maschio o femmina; il problema principale risiede nella generale difficoltà che le donne incontrano, rispetto agli uomini, nel fare carriera. Questa l'opinione condivisa da studenti, genitori e insegnanti sul tema "questione di genere e carriere scientifiche", emersa nel corso del progetto Gapp. Più in dettaglio, soprattutto il pubblico adulto ritiene che l'esclusione delle donne dalle carriere, in ogni tipo di settore, dipenda dall'aspettativa che i datori di lavoro hanno sulla conciliazione tra lavoro e famiglia.

E ancora: sia i giovani sia gli adulti spiegano le differenze fra donne e uomini nell'ambito dei mestieri della scienza e della tecnologia in termini di "talento" e "interesse". Tendono a considerare gli uomini più ambiziosi e in cerca di uno status elevato e le donne più attente a scegliere un lavoro gratificante e a pensare alla famiglia. La biologia, perciò, in quanto scienza "meno esatta" e più "sociale" viene percepita come più "adatta" a queste ultime e più vicina all'ambito della salute. I numeri delle iscrizioni alle facoltà di medicina supportano ampiamente questo risultato.

Per ciò che riguarda invece le professioni legate alle scienze dure, come la fisica, la chimica e la matematica, il contesto al quale si fa riferimento è limitato alla scuola, a ciò che si impara lì e al mestiere dell'insegnante. Ne diamo un esempio evidente: alla richiesta di costruire la carta d'identità di alcune professioni scientifiche e tecnologiche, nessuno dei ragazzi intervistati, in nessuno dei sei Paesi, ha descritto che cosa fa un matematico, chiaro segno di una mancanza di prospettiva sulle molteplici applicazioni di questo mestiere, dalla finanza allo sviluppo dei sistemi che garantiscono l'efficienza della rete ferroviaria. Ancor più difficile immaginare che chi fa matematica sia donna, se non nel ruolo di insegnante.

➔ **Le attività di Città della Scienza (I): un momento dell'incontro tra alcuni studenti di Napoli e una ricercatrice del Dipartimento di ingegneria meccanica dell'Università di Salerno.**

chiaro in mente che cosa faccia una/o scienziata/o. Ancor più della differenza di genere, colta del resto più da genitori e insegnanti che dai ragazzi, è la scarsa conoscenza della varietà di mestieri che si possono intraprendere con una laurea in matematica o in fisica a prevalere. In generale, nell'opinione degli studenti, la scienza è un'attività molto faticosa; viene associata alle idee di complessità, creatività, innovazione, sfida, cambiamento, obiettività e rigore. Le persone che lavorano nella scienza devono essere intelligenti, curiose, capaci di trovare soluzioni a problemi nuovi, con "rigorosa creatività". Chi fa scienza e tecnologia deve essere innanzitutto paziente: i suoi risultati si possono ottenere solo nel lungo periodo e il riconoscimento sia economico sia sociale è molto distante dall'inizio della carriera. Tutte verità, che sono però da contestualizzare, per non limitarle a una visione prevalentemente negativa. E le attività che stiamo per raccontarvi hanno fatto proprio questo: contestualizzato, dato corpo e volto a chi lavora in questi ambiti.

### Dal web agli incontri: tutte le attività

L'iniziativa *Tube Your Future*, organizzata dal Nemo di Amsterdam, ha coinvolto i ragazzi e le ragazze olandesi; in Italia il science center Città della Scienza di Napoli si è prefisso l'obiettivo di mettere in contatto diretto studenti (340 ragazzi tra i 14 e i 18 anni) e ricercatori. Le classi hanno visitato i

laboratori di 14 ricercatori napoletani, lasciandosi coinvolgere in un proficuo dialogo su come si svolge il loro lavoro, quali i dubbi, le certezze, le fatiche di fare scienza, quali le prospettive per il futuro. Hanno potuto approfondire che cosa significhi in termini sia di contenuto sia di pratica quotidiana, occuparsi di fisica di base, nanotecnologie, rischio sismico, nanoelettronica, ambiente. È interessante il fatto che le attività messe in campo (e che hanno avuto un loro successo) siano state rivolte tanto alle femmine quanto ai maschi. Il cuore della questione, infatti, è mostrare carriere scientifiche compatibili con la vita privata e comunque di successo. Questo è quanto interessa e preoccupa le ragazze, e naturalmente può interessare anche i ragazzi. Solo il Royal Belgian Institute of Natural Sciences di Bruxelles ha lavorato esplicitamente con donne ricercatrici presentando ai giovani modelli positivi, tanto di successo scientifico quanto di equilibrio tra sfera lavorativa e sfera privata. E così ha organizzato una serie di incontri – in classe, ma anche presso il museo – fra scienziate donne e studenti, offrendo l'occasione di capire che cosa fa uno scienziato, donna o uomo che sia, ma anche quella di vedere che le scienziate in particolare non devono rinunciare necessariamente alla propria vita familiare: si tratta solo di organizzarsi bene. Sempre sulla strada di far incontrare studenti delle superiori con professionisti della scienza e della



👤👤 Le attività di Città della Scienza (II): studenti in visita all'Unità di ricerca in sismologia sperimentale e computazionale dell'Università di Napoli.



tecnologia ha lavorato Ciencia Viva, il maggiore science center del Portogallo. Cominciando però dal Web: studenti e scienziati hanno partecipato a un blog per facilitare la comunicazione reciproca grazie allo scambio informale e multimediale. L'Experientarium di Copenhagen ha spostato l'attenzione sui genitori. A loro e ai loro figli nell'età delle scuole superiori sono stati presentati modelli di carriere scientifiche, così da farli riflettere insieme sui lati positivi e negativi del diventare scienziato. Le famiglie sono state invitate al science center e coinvolte in *demonstration*, avendo l'opportunità di dialogare con le guide che li accompagnavano. Proprio il contatto con le guide, tutte con formazione scientifica, ha dato l'occasione ai partecipanti di discutere sulle prospettive di una carriera scientifica.

Ultima delle attività di Gapp, quella dell'Università di Varsavia ha investito maggiormente sugli insegnanti, con l'obiettivo di presentare loro l'effettiva realtà delle carriere scientifiche e delle differenze di genere nel loro paese. Gli insegnanti, che in una fase precedente erano stati invitati a partecipare a workshop e a seminari, hanno avuto l'incarico di mostrare in classe un video in cui due ricercatori, un ragazzo e una ragazza, raccontano della passione e della fatica del loro lavoro, ma anche dei loro interessi extralavorativi, dalla pittura alla musica rock.

## RICERCATRICI E... NORMALI

«Non c'è un'immagine femminile della scienza. Bisognerebbe cominciare a far vedere facce giovani, cioè ragazze motivate, contente, circondate dai loro figli e che magari stanno pure al microscopio elettronico. La vita è questa; non è che uno deve rinunciare a tutto, anche a essere carina». Questa è l'opinione di Rossella Palomba, dirigente di ricerca del Consiglio nazionale delle ricerche ed esperta di statistiche di genere, intervistata tra gli opinion leader nella fase di ricerca del progetto Gapp. Oggi, anche solo rispetto a un decennio fa, le iscrizioni delle ragazze alle facoltà scientifiche sono in numero e proporzione maggiori, ma la scarsa presenza delle donne nella scienza rimane un (problematico) dato di fatto nel contesto professionale, soprattutto a livelli dirigenziali. «È la società, con i suoi meccanismi di riproduzione e conservazione, a non essere al passo con il superamento di questi pregiudizi», sostengono gli opinion leader intervistati durante il progetto. Gli impegni famigliari non equamente distribuiti, la ridotta disponibilità ai trasferimenti, la mancanza di strutture che supportino il lavoro delle donne nella ricerca, ma anche dinamiche di potere sedimentate nei luoghi di lavoro sono tutte concause dell'assenza di nomi femminili nelle cariche più alte di istituti e aziende che fanno ricerca, in particolare in Italia. In tutto ciò, il fatto che i media continuino a rappresentare il ricercatore ancora e sempre come un uomo non aiuta. Non basta portare come modelli Margherita Hack e Rita Levi Montalcini. Servono esempi più aderenti alla realtà, sia in quantità (sono tante le giovani ricercatrici), sia in qualità: devono essere modelli meno "alti" e più vicini alla ricercatrice di tutti i giorni, con tutte le caratteristiche e i limiti di una vita normale.



### Il tempo delle scelte

È vero che i ragazzi hanno le idee confuse su chi sono e che cosa fanno gli scienziati e i tecnologi. Ma tutte le diverse attività sviluppate nel corso del progetto dimostrano come i ragazzi sentano una forte necessità di ascoltare storie di scienza e frequentare ambienti dove la scienza e la tecnologia vengono fatte, quotidianamente. E bisogna dare loro l'opportunità di conoscere da vicino questi ambienti presto, già nel passaggio fra le scuole medie e le superiori, quando l'indirizzo scelto è importante, ma non ancora determinante. È in questa fase che i ragazzi e le ragazze iniziano a pensare veramente al proprio futuro. C'è chi ci mette un di più di concretezza e chi si lascia andare ai sogni. Chi è disilluso e chi ha grandi scenari e prospettive. Chi è spaventato e chi è spavaldo. Ma, per tutti, questo è il momento della prima importante scelta di vita. Il problema, dal nostro punto di vista, è che questo momento arriva in una fase in cui la scienza è guardata con ansia, come qualcosa di troppo alto e importante, qualcosa per la quale non siamo portati, non siamo adatti (e in particolare il senso di inadeguatezza è più femminile che maschile). Queste convinzioni nascono e si radicano ben prima che i ragazzi abbiano una qualche consapevolezza, o almeno informazione, di cosa fa un ricercatore: ecco perché è bene che attività di orientamento come quelle di Gapp accadano in questa fase.

### Umanizzare la ricerca

Oltre a fornire idee per avvicinare i ragazzi, e in particolar modo le ragazze, alle carriere scientifiche, il successo di queste attività conferma

l'efficacia di un modo attivo e non soltanto promozionale di affrontare il problema dell'orientamento scolastico. Lo dimostrano sia le griglie di valutazione applicate dai partner del progetto durante le attività, sia le interviste ai partecipanti (studenti, insegnanti, ricercatori, genitori) realizzate prima e dopo gli eventi. In sintesi, l'efficacia delle attività proposte si basa sulla creazione di un dialogo nel quale gli attori principali sono stati messi in contatto diretto con gli studenti, raccontando storie di vita, mostrando gli ambienti dove si fa scienza, in una parola coinvolgendo i giovani in modo produttivo. Ai ragazzi è stata data, in quasi tutte le attività, la responsabilità di fare qualcosa di creativo, dal tenere in vita un blog al partecipare ai giochi organizzati in un science center, dal maneggiare gli strumenti in un vero laboratorio al realizzare un cortometraggio e partecipare a una premiazione. Incontrare ricercatori e ricercatrici, intervistarli, filmarli, andare nei loro laboratori ha l'effetto di far cambiare punto di vista ai giovani. Il ricercatore non è più mitico e astratto, ma diventa uomo o donna in carne e ossa con le sue soddisfazioni e i suoi insuccessi, le difficoltà e i riconoscimenti, con gli ostacoli dati dalla mancanza di una rete sociale di supporto al lavoro e i sacrifici per far quadrare ricerca e famiglia. Il ricercatore si umanizza e diventa più "possibile", più vicino all'immaginario dei ragazzi e alle ipotesi che prendono in considerazione per la propria vita futura. ➔

➔ Per proporre esperienze, progetti, attività:  
[linxedizioni.it/contatti](http://linxedizioni.it/contatti)

### FEDERICA MANZOLI

è ricercatrice sociale. Ha conseguito il Master in comunicazione della scienza alla Sissa di Trieste ed è dottoranda in scienza e società presso l'Università statale di Milano.

### DANIELE GOUTHIER

è ricercatore e scrittore scientifico free lance. Ha conseguito il PhD in matematica alla Sissa di Trieste. È autore di *Le parole di Einstein* (Dedalo, 2006) con Elena Ioli.

Insieme, Manzoli e Gouthier hanno scritto *Il solito Albert e la piccola Dolly* (Springer Italia, 2008).

### IN RETE!



#### Gapp

Sito del progetto; riporta tutte le fasi della ricerca e i report delle varie attività.

[www.gendergapp.eu](http://www.gendergapp.eu)

#### Facoltà in crisi

Ricerca sul declino delle iscrizioni alle facoltà scientifiche (oggi in lieve ripresa, dopo anni di calo continuo): dati e riflessioni.

<http://crisiscientifica.anisn.it/ricerca.php>

#### La rilevanza della scienza

Pagina web di un progetto internazionale di ricerca dedicato ai fattori rilevanti per la percezione dell'importanza dell'apprendimento della scienza e della tecnologia, con una ricca bibliografia.

[www.ils.uio.no/english/rose](http://www.ils.uio.no/english/rose)

### PER APPROFONDIRE



— R. Palomba (a cura di), *Figlie di Minerva*, Franco Angeli, Milano, 2000.

— Directorate-General for Research, Science in Society, *She Figures 2006, Women and Science – Statistics and Indicators*, European Commission, 2006.

— A. van Langen, L. Rekers-Mombarg e H. Dekkers, *Sex-related Differences in the Determinants and Process of Science and Mathematics Choice in Pre-university Education*, "International Journal of Science Education", 2006, 28, pp. 71–94.

# NUOVI MEDIA DIGITALI: EQUIVOCI TECNOLOGICI E OPPORTUNITÀ DIDATTICHE

Bambini e adolescenti, si sa, hanno grande familiarità con gli strumenti del Web o il telefono cellulare, ma questo non basta. La vera sfida didattica è passare dalle competenze tecniche a un nuovo modo di costruire conoscenze.



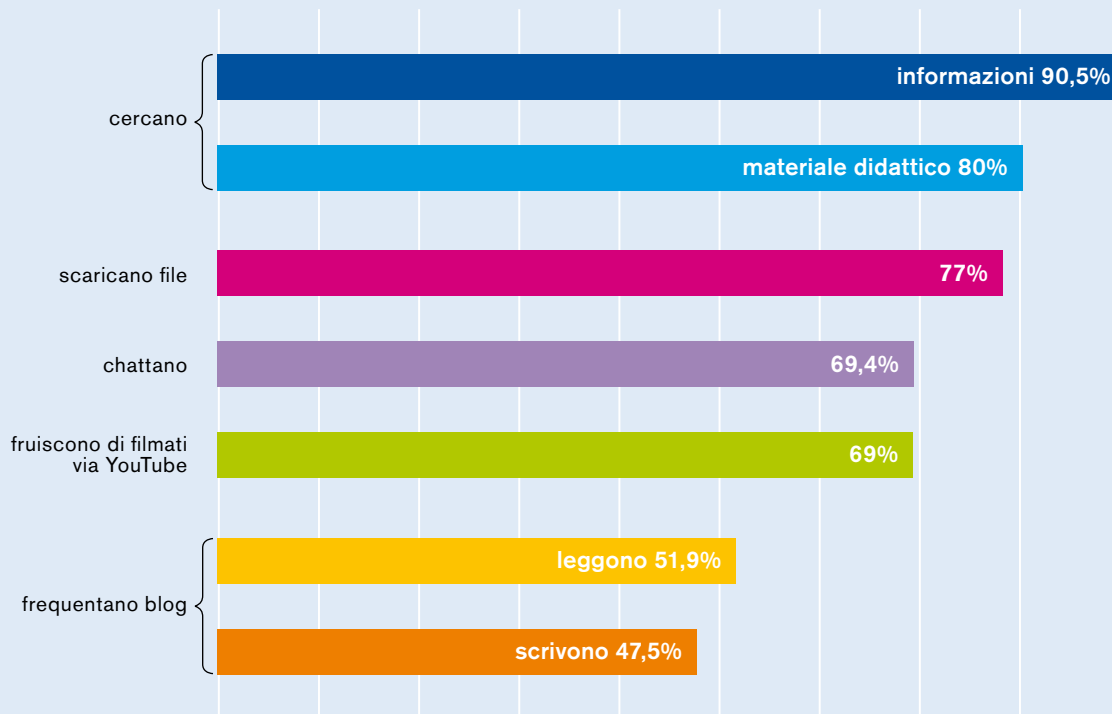
ANDREA MARCANTE

**L'**insegnamento dell'informatica nelle scuole è soggetto ad alcune ambiguità che limitano la possibilità di apprendere, e che verosimilmente derivano da una incomprensione delle potenzialità comunicative dei nuovi media digitali. Un discorso, infatti, è l'insegnamento curriculare dell'informatica, che comprende teorie e pratiche della scienza e dell'ingegneria dell'informazione; tutt'altro, invece, è l'habitus mentale che tradisce l'idea della cosiddetta Patente europea del computer (ECDL), che può portare a modi "curiosi" di valutare le capacità cognitive dei discenti. "Possedere" i nuovi strumenti non è tanto un problema di didattica dell'informatica né solo di acquisizione di una pratica strumentale (gli esercizi di routine dell'ECDL): si tratta piuttosto di appropriarsi dei linguaggi che i nuovi media digitali veicolano. Nel





**Tabella 1. ADOLESCENTI E INTERNET: LE ATTIVITÀ**



contesto anglosassone, i fenomeni legati ai linguaggi dei nuovi media sono oggetto di studio dalla *new media literacy*: in questo articolo cercheremo di mettere a fuoco la portata comunicativa dei nuovi media, di abbozzare un quadro di come gli adolescenti italiani si pongono di fronte a essi e di suggerire opportunità che si offrono alla didattica. In questo senso, piuttosto che sull'educare "ai" nuovi media (l'obiettivo della *new media literacy*) ci concentreremo sull'educare "con" i nuovi media.

#### Oltre l'equivoco tecnologico

Gli equivoci tecnologici del titolo si riconducono al rischio di ridurre le potenzialità dei mezzi digitali alla capacità di eseguire operazioni con un computer. Come spiega bene Henry Jenkins, direttore del Comparative Media Studies Program del Massachusetts Institute of Technology (Mit) di Boston, ridurre l'apprendimento dei nuovi media all'acquisizione delle sole competenze tecniche, per quanto esse siano necessarie, sarebbe come confondere la capacità di tenere in mano una penna per tracciare dei segni con il saper scrivere un tema [1]. E questo equivoco diviene un errore quando lo si riporti agli strumenti e soprattutto alle

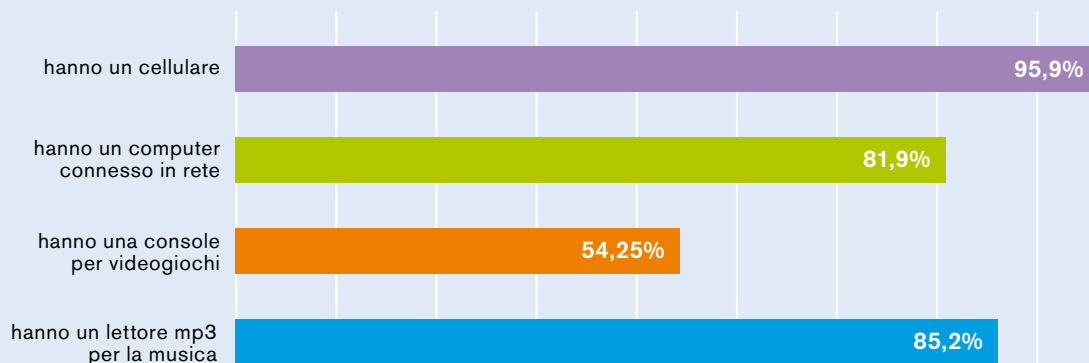
possibilità di comunicazione che gli adolescenti esperiscono con e nel Web. La prospettiva interessante è quella di arrivare ad acquisire quella che Mitchel Resnick, direttore del gruppo di ricerca Lifelong Kindergarten al Media Laboratory del Mit, chiama *digital fluency* [2], ovvero la capacità di costruire "oggetti" ricchi di significato con gli strumenti digitali. Di fatto, ci troviamo di fronte a generazioni di adolescenti (e bambini) nativi digitali [3], i quali forse non sanno utilizzare bene i fogli di calcolo, ma sanno navigare, utilizzare strumenti per scambiare messaggi digitali, produrre contenuti medial (realizzati magari con altri strumenti come il telefono cellulare) e pubblicarli. Per questo, la vera sfida didattica non è acquisire competenze tecniche, ma piuttosto sfruttare le abilità pratiche e socio-cognitive veicolate dai nuovi media: si tratta di abilità che a livello inconscio le nuove generazioni hanno appreso, ma di cui vanno rese consapevoli (qui sta la *digital fluency*).

#### Adolescenti sul Web

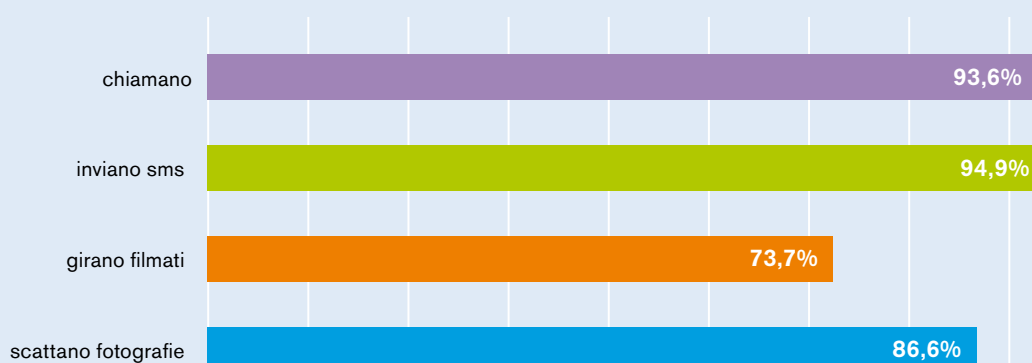
Stando all'ultimo rapporto Eurispes sugli adolescenti italiani (elaborato nel 2008 a partire da un campione di 2.991 adolescenti tra i 12 e i 19 anni, frequentanti la seconda o terza classe della



**Tabella 2. ADOLESCENTI E NUOVI MEDIA**



**Tabella 3. ADOLESCENTI E CELLULARE: ATTIVITÀ**



scuola media o una delle classi della scuola superiore) [4], l'81,9% degli adolescenti naviga nel Web e, tra le attività principali, cerca informazioni di proprio interesse e materiale didattico (**Tabella 1**). Inoltre, gli adolescenti sono abituati a scaricare musica (che l'85% degli intervistati ascolta con un lettore mp3), film, giochi e video, fruiscono di filmati via YouTube (69%), chattano tramite strumenti di Instant Messaging (69,4%) e leggono blog (51,9%). Questa presenza sul Web è strettamente connessa all'utilizzo del telefono cellulare, in possesso del 95,9% del campione e dichiarato uno strumento fondamentale al pari del computer connesso in rete (**Tabella 2**). L'attività principale con il cellulare è quella di inviare sms, ma anche scattare fotografie e girare filmati sono attività diffuse (**Tabella 3**). Quanto ci suggeriscono questi dati è che per gli adolescenti

il Web è divenuta la fonte principale di informazione (rilevante anche per quanto riguarda i materiali didattici), e Internet è un canale di comunicazione percepito come irrinunciabile. L'utilizzo di strumenti di comunicazione come chat e sms porta a una semplificazione del linguaggio dovuta alle caratteristiche stesse degli strumenti. Il dato relativo ai download di file di vario tipo e sulla produzione di materiale fotografico o video evidenzia che gli adolescenti utilizzano attivamente gli strumenti in loro possesso e sono, in modo più o meno consapevole, produttori di contenuti mediali, a volte condivisi con coetanei. Quale livello di alfabetizzazione ai nuovi media si può evincere da questi dati? L'impressione è che si stia finalmente superando il problema dell'accesso e che inizi ad affermarsi un processo di partecipazione (permesso anche dai social



## LE STORIE DI META

META è un ambiente online per la didattica sviluppato da e-Scuola.net, associazione nata per sviluppare e diffondere tecnologie che favoriscano la comunicazione in ambito culturale e didattico (<http://meta.e-scuola.net>). META offre un insieme integrato di strumenti per la pubblicazione in rete; finora è stato utilizzato per progetti di didattica delle scuole elementari, ma la metodologia sviluppata è facilmente adattabile anche alle classi di ordine superiore. Un esempio significativo è il progetto *Statistica e arte*, in cui i bambini hanno appreso elementi di statistica a partire dalla rappresentazione di alcuni dati relativi ai consumi di bottiglie e sacchetti e all'utilizzo dell'automobile nella loro classe. Una volta raccolti i dati e calcolato delle medie su un periodo di tempo, hanno identificato delle immagini per rappresentare ogni oggetto e ideato una rappresentazione visuale dei dati elaborati. Attraverso META sono state pubblicate due "storie": una con i risultati della specifica esperienza nell'uso della statistica, l'altra con il racconto di "come" si è arrivati a questi risultati. In questo modo, si è realizzata una manipolazione di oggetti del sapere che veicolano un contenuto cognitivo; la relazione tra domini di conoscenza "disciplinatamente" separati ha permesso di comunicare quanto appreso; è avvenuta una riflessione sia sull'argomento studiato sia sulla metodologia di apprendimento. Inoltre, gli studenti hanno acquisito le competenze tecniche necessarie a produrre e pubblicare sul Web testi e immagini: competenze che li hanno ulteriormente motivati.

network), ma la qualità della partecipazione e della costruzione di contenuti (che costituiscono la *digital fluency*) è tutta da verificare.

### La cultura della partecipazione

Jenkins propone alcune caratteristiche che il processo di alfabetizzazione ai nuovi media potrebbe portare: queste caratteristiche offrono un termine di valutazione per interpretare i dati forniti. I nuovi media spingono per una cultura della partecipazione che semplifica l'accesso alle informazioni, permette la creazione di propri contenuti, è aperta alla condivisione ed è caratterizzata dai processi collaborativi tipici del *problem solving* e finalizzati a produrre nuova conoscenza. Di conseguenza, una cultura della partecipazione richiede alcune abilità di base: essere in grado di cercare, trovare e filtrare informazioni; saper integrare in modo significativo la conoscenza proveniente da fonti eterogenee e con formati di diverso tipo (testi, musica, video, fotografie); saper valutare l'affidabilità delle informazioni; essere capaci di lavorare in gruppo e di condividere la conoscenza. Queste abilità, da un lato, vengono acquisite proprio nelle modalità della partecipazione veicolate dai nuovi media; dall'altro, dovrebbero anche essere al centro dell'insegnamento scolastico. Rispetto a queste abilità, circa la metà degli adolescenti – quantomeno quel 47,2% che pubblica un blog, stando all'Indagine sugli adolescenti 2008 della Società italiana di pediatria [5] – ha acquisito le competenze tecniche per costruire e pubblicare in rete contenuti

multimediali e multimodali ed è abituata a condividere tra pari i contenuti trovati e prodotti (in particolare quelli musicali). D'altra parte, i contenuti prodotti sono fondamentalmente contenuti narrativi del proprio sé (il "mio" blog, il "mio" profilo su MySpace) e non sono neppure frutto di un lavoro condiviso. Quanto poi all'80% di giovani internauti che dice di cercare materiali didattici, la mia esperienza suggerisce che la bassa qualità delle informazioni reperite e soprattutto la scarsa abilità nel filtrarle rappresentino la norma. Si può quindi concludere che gli adolescenti iniziano a entrare nelle dinamiche sociali della cultura della partecipazione, ma hanno bisogno di essere accompagnati nella costruzione della conoscenza con i nuovi media.

### Costruire e comunicare le conoscenze

Educare con i nuovi media, inteso nel senso di costruire conoscenza con i nuovi media, non è solo cogliere le opportunità di nuovi strumenti, ma è in primo luogo una necessità comunicativa: il gap generazionale attualmente esistente tra studenti delle scuole medie e superiori da una parte e docenti dall'altra è determinato anche dalla differenza tra l'essere nativi digitali o immigranti digitali [3] [6] [7]. Gli adolescenti hanno una minore abitudine alla linearità dell'esposizione di una lezione o dei testi usuali e faticano a concentrarsi su un contenuto che viene trasmesso attraverso una lezione frontale. Il problema non è quello di rendere "divertente" la lezione, ma quello di lavorare maggiormente sull'interazione con gli studenti e di motivarli a costruire la loro conoscenza: si tratta, per quanto possibile, di rendere i contenuti di conoscenza una esperienza di costruzione collettiva. Qui vale l'approccio costruttivista di Seymour Papert, matematico e informatico al Mit, per cui "apprendere" è "costruire strutture di conoscenza": questo avviene se il discente è in un contesto in cui è attivamente coinvolto a costruire "artefatti cognitivi", oggetti reali o virtuali condivisibili e "manipolabili" anche da altri e tali da costituire un supporto all'apprendimento [8]. Imparare non è semplicemente un fatto di trasmissione di conoscenza, ma è un processo attivo in cui la comprensione avviene attraverso esplorazione, sperimentazione, discussione e riflessione sul mondo circostante. I computer, e a maggior ragione il Web come insieme di contenuti supportati da una rete di computer, sono i nuovi media attraverso cui le persone possono creare ed esprimersi, e attraverso i quali più facilmente si può esplorare e sperimentare (per esempio attraverso



**ANDREA MARCANTE**  
 è ricercatore interessato ai processi di costruzione della conoscenza con sistemi digitali interattivi presso il Computer Semiotics Lab dell'Università degli Studi di Milano, collaboratore di e-Scuola.net nell'ideazione e realizzazione di percorsi didattici nel Web e project manager nello sviluppo di siti web usabili ([www.linkedin.com/in/andreamarcante](http://www.linkedin.com/in/andreamarcante)).

simulazioni) e anche discutere e riflettere (social network, blog, ecc.). Sulla base dell'approccio costruttivista, Mitchel Resnick presenta una posizione molto radicale di riforma dei curricula e delle strategie di insegnamento [2]: da una classe costruita intorno a un docente che distribuisce informazioni, si dovrebbe passare a un ambiente che favorisca l'indipendenza e il coinvolgimento attivo dello studente e in cui l'insegnante diventi una sorta di consulente. Anziché dividere il curriculum per discipline, bisognerebbe focalizzarsi su progetti interdisciplinari che facciano emergere le connessioni tra diversi domini del sapere; bisognerebbe passare dall'idea di "cose da conoscere" alle "strategie per apprendere cose che non si conoscono"; bisognerebbe ripensare tempi e luoghi dell'apprendimento, in modo da costituire comunità di costruttori di conoscenza. A parere di Resnick, ciò che sarà importante in futuro e che dovrebbe essere insegnato non dipende da quanto si conosce ma dalla capacità di pensare e agire in maniera creativa: dopo la *società dell'informazione* e oltre la *società della conoscenza* si profila la *creative society*.

### Strategie comunicative e didattica

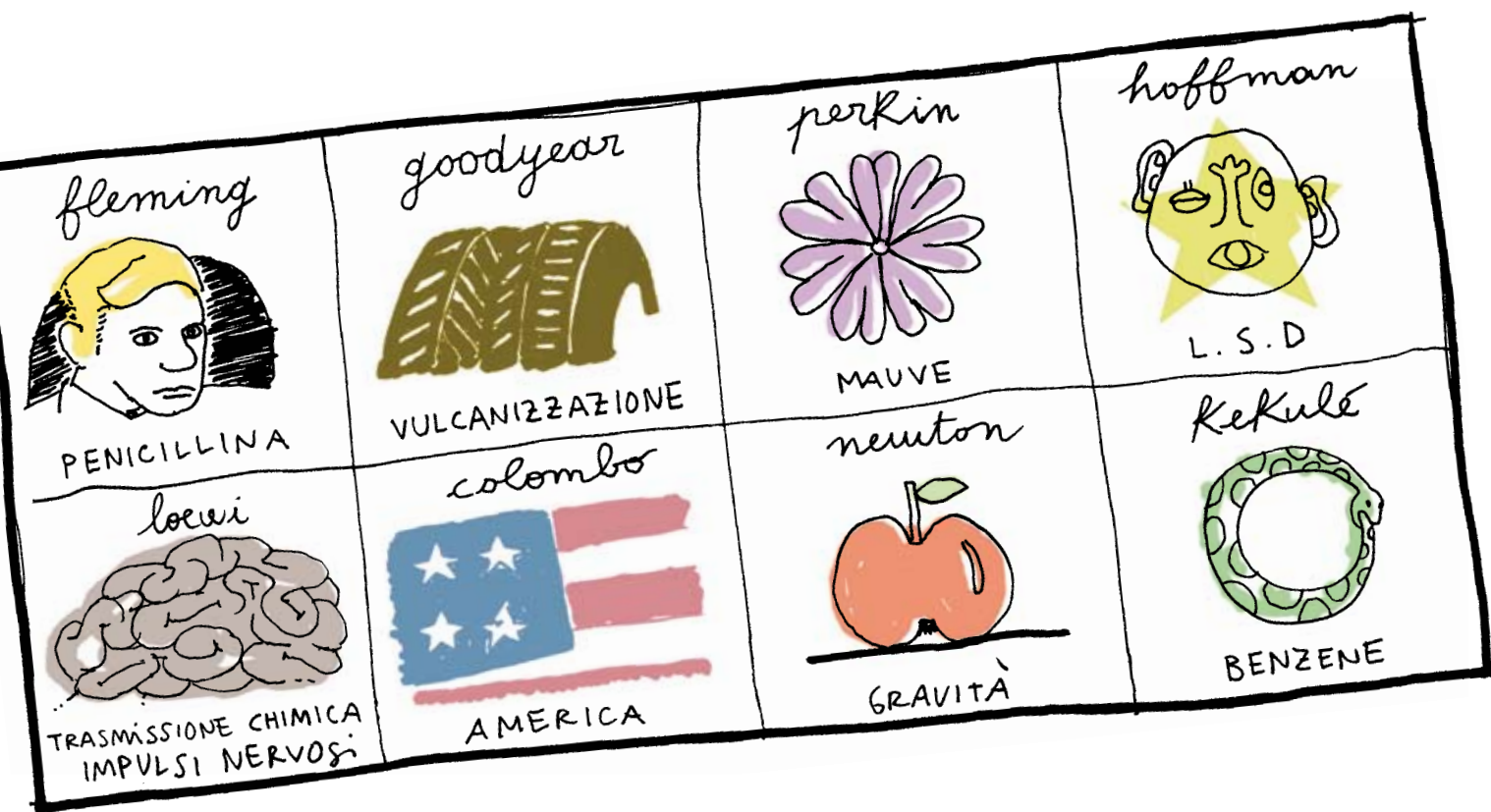
Facciamo un passo indietro rispetto al radicalismo di Resnick e, avendo presente la scuola attuale, proviamo a definire una strategia comunicativa finalizzata alla didattica. Il punto di partenza è utilizzare gli stessi canali utilizzati dagli adolescenti. Può essere utile quindi aprire un blog specifico per la materia insegnata: questo blog avrà in primo luogo la funzione di *syllabus* delle lezioni e di archivio di risorse filtrate e "certificate" dal docente (link a materiali didattici accessibili in rete e deposito di materiali prodotti dal docente stesso). Inoltre, può essere aperto a commenti degli studenti per suscitare una discussione e riflessione sugli argomenti della lezione e per invitare gli studenti a suggerire altri materiali. La possibilità di commentare è un primo passo per rompere la comunicazione a una via da docente a studente, è un invito a partecipare al processo di costruzione del sapere e offre al docente un primo riscontro su quanto insegnato. L'invito a suggerire materiali va accompagnato con lezioni vere e proprie di ricerca in rete delle risorse: è un lavoro che porta a una progressiva costruzione di mappe mentali relative agli argomenti studiati, sia attraverso l'acquisizione di parole chiave o espressioni che permettono di orientarsi in un determinato dominio di conoscenza, sia attraverso la navigazione dei siti che riportano le informazioni e che verosimilmente

riflettono nella loro struttura un modo per articolare gli argomenti studiati. Un terzo passaggio è quello di chiedere agli studenti, riuniti in gruppi di lavoro, di riaggregare le risorse fornite, trovate, emerse da commenti e discussioni, esperite in eventuali simulazioni digitali e di pubblicarle a loro volta in forma di materiali multimediali, se possibili fruibili anche via Web. È a questo livello che si chiede ai discenti di essere costruttori di quelli che poco sopra abbiamo definito come artefatti cognitivi, di essere coinvolti in un processo collaborativo e infine di condividere il lavoro realizzato ed eventualmente di lasciarlo aperto a ulteriori evoluzioni con l'intervento di altri "pari". Si noti che anche per il docente il problema non è tanto imparare a usare gli strumenti della rete (l'equivoco tecnologico da cui siamo partiti) quanto imparare a farne esperienza, possibilmente insieme ai suoi studenti. Le competenze tecniche degli studenti vanno valorizzate e messe a frutto per migliorare la pubblicazione dei contenuti: il docente è lo sceneggiatore e regista nel racconto del sapere, gli studenti possono essere gli operatori tecnici e montatori che gradualmente imparano anche l'arte di scrivere soggetti originali! ➔



### RISORSE

1. H. Jenkins et al., *Confronting the Challenges of Participatory Culture: Media Education for the 21st Century*, MacArthur Foundation, Chicago (IL), 2006.  
[www.newmedialiteracies.org/files/working/NMLWhitePaper.pdf](http://www.newmedialiteracies.org/files/working/NMLWhitePaper.pdf)
2. M. Resnick, *Rethinking Learning in the Digital Age*, MIT Media Lab, Boston (MA), 2002.  
<http://ilk.media.mit.edu/papers/mres-wef.pdf>
3. P. Ferri, *Nati digitali*, "Linx Magazine", 2008, 01, pp. 54-57.  
<http://magazine.linxedizioni.it/2008/09/25/nati-digitali/>
4. 9° Rapporto Nazionale sulla Condizione dell'Infanzia e dell'Adolescenza, Eurispes, 2008.
5. Indagine Adolescenti 2008, Società italiana di pediatria.  
<http://www.sip.it/index/index/atom/1455>
6. M. Prensky, *Digital Natives, Digital Immigrants*, "On the Horizon", oct. 2001, 9.  
[www.scribd.com/doc/9799/Prensky-Digital-Natives-Digital-Immigrants-Part1](http://www.scribd.com/doc/9799/Prensky-Digital-Natives-Digital-Immigrants-Part1)
7. M. Prensky, *Digital Natives, Digital Immigrants Part II*, "On the Horizon", dec. 2001, 9.  
[www.scribd.com/doc/9799/Prensky-Digital-Natives-Digital-Immigrants-Part2](http://www.scribd.com/doc/9799/Prensky-Digital-Natives-Digital-Immigrants-Part2)
8. S. Papert e I. Harel, *Constructionism*, Ablex Publishing Corporation, New York, 1991.



# To guess or not to guess? Metodo scientifico e **serendipity**

Come nascono le ipotesi nella mente di uno scienziato? Bastano il lavoro sperimentale, il calcolo logico-matematico e il metodo induttivo-deduttivo? Un docente e studioso di filosofia della scienza spiega che in gioco ci sono anche il caso e la capacità investigativa.

■ ■ ■ ■  
FABIO CIOFFI





**N**el 1845, l'astronomo francese Urbain Le Verrier, indagando le irregolarità dell'orbita di Urano, ipotizza in modo sorprendente l'esistenza di un nuovo pianeta del Sistema Solare, affermando che tale ipotesi spiegherebbe proprio quelle irregolarità, altrimenti incomprensibili. Sulla base di questa ipotesi, l'anno successivo, viene scoperto il pianeta Nettuno. Come fece Le Verrier? Semplice: aveva la *serendipity*. Anche l'inventore del Post-it, che in realtà stava cercando di realizzare un collante estremamente forte e ottiene invece un collante debole, che non macchia e che si può attaccare e staccare con facilità, aveva la *serendipity*. E Friedrich Kekulé, che scopre la struttura del benzene sognando un serpente che si morde la coda? E Il Viagra, scoperto per caso dalla compagnia farmaceutica Pfizer durante la ricerca di un farmaco per curare l'angina pectoris? Sempre la *serendipity*. Per non parlare di Cristoforo Colombo, che come tutti sanno trova l'America cercando le Indie. Ma che cos'è la *serendipity*? Una definizione famosa che tenta di descriverla è quella del biologo americano Julius H. Comroe: «La *serendipity* è cercare un ago in un pagliaio e trovarci la figlia del contadino». Si badi, il tema è serio. In ambiente anglosassone gli studi sulla questione sono innumerevoli. E tutti tentano di rispondere alle domande: come si producono le ipotesi scientifiche? In che misura alla base della scienza ci sono la genialità e l'immaginazione? Quanto c'è di vero nell'immagine dello scienziato come un pensatore geniale, il cui lavoro si basa anche sull'invenzione creativa e non solo sul duro lavoro sperimentale e sul rigoroso calcolo logico-matematico? Rispondere a queste domande non è facile; tentiamo di farlo, compiendo, nella nostra storia, un passo indietro.

### Il ruolo dell'ipotesi nel metodo scientifico

Secondo una concezione assai diffusa anche a livello del senso comune, le scienze sono saperi altamente formalizzati, basati da una parte su un linguaggio logicamente rigoroso e dall'altra sull'osservazione diretta della natura e sul controllo sperimentale degli enunciati teorici. In quanto impresa razionale, la scienza – secondo questa immagine “neopositivistica” – è riducibile nella sostanza a un insieme di procedure induttive e deduttive.

Nel corso del Novecento, tuttavia, la tesi che la scienza possa essere ridotta a un “sistema induttivo-deduttivo” incontra più di un avversario. In contrasto con questo modello, viene proposto un modello di scienza fortemente congetturale, ipotetico, in cui una funzione centrale è assegnata al cosiddetto “immaginario scientifico”, ossia alle strategie creative e inventive messe in campo dai ricercatori.

Che nella ricerca scientifica le ipotesi avessero un ruolo fondamentale era, d'altra parte, consapevolezza antica. Già Galileo Galilei e Cartesio lo avevano affermato, fin dal Seicento. E anche in epoca positivista il fisiologo Claude Bernard aveva sostenuto per esempio che «il semplice accertamento dei fatti non arriverà mai a costituire la scienza» e che dunque alla base della scienza non c'è un puro e semplice processo induttivo, ma la «comprensione ipotetica dei fatti». Agli inizi del Novecento, il filosofo austriaco Ernst Mach scriverà che «l'indagine della natura assomiglia allo sbrogliarsi di fili intricati, dove una combinazione felice è importante quasi quanto l'abilità e l'acutezza dell'osservazione. Il lavoro dello scienziato è eccitante quanto lo è per il cacciatore inseguire una selvaggina poco nota in circostanze accidentate».

### L'importanza dell'immaginario scientifico

Un contributo decisivo, in questa direzione, si deve tuttavia al filosofo della scienza austriaco Karl Popper, il quale, negli anni Trenta del Novecento, afferma che, nel lavoro concreto dello scienziato, il passo iniziale non è l'osservazione e neanche l'esperimento, bensì il problema. Scrive Popper: «Tutta la mia concezione del metodo scientifico si può riassumere dicendo che esso consiste in questi tre passi: a. Inciampiamo in qualche problema; b. Tentiamo di risolverlo, per esempio proponendo qualche nuova teoria; c. Impariamo dai nostri sbagli». A partire dal problema si elabora una ipotesi teorica, la quale opera delle previsioni su stati di cose futuri. Questa teoria, nel caso formuli qualche asserzione sulla realtà naturale, deve poter essere confutata sul piano empirico, nel senso che la previsione che essa opera deve poter essere falsificata tramite un esperimento. Se quest'ultimo non confuta la previsione, allora la nostra ipotesi teorica risulta “corroborata” (non possiamo con ciò, tuttavia, dire che essa sia “vera”, ma solo “verosimile”). Se, al contrario, l'esperimento falsifica la previsione derivata dall'ipotesi teorica, allora la teoria va rigettata.

Il problema che tanto Popper quanto le filosofie della scienza a lui precedenti lasciano inesplorato è tuttavia la risposta alle domande: come si producono le ipotesi? Come lo scienziato perviene a una teoria per risolvere un problema? A queste domande si risponde infatti che è impossibile tracciare un metodo razionale che spieghi l'atto iniziale del lavoro scientifico, ossia l'invenzione di una ipotesi teorica. «Non esiste alcun metodo logico per avere nuove idee e nessuna ricostruzione logica di questo processo», scrive ancora Popper.

In verità, esiste una tesi al riguardo: è la tesi, diffusa anche a livello del senso comune, secondo cui l'escogitazione di un'ipotesi va attribuita alla genialità del ricercatore, alla sua capacità

**A volte,  
l'ingegno,  
l'eccentricità,  
il gusto del  
particolare,  
la “leggerezza”  
aiutano a  
trasformare  
indizi e tracce  
trascurabili  
in scoperte e  
invenzioni**



inventiva, oppure addirittura al caso, alla pura fortuna. Questa concezione trova più di un riscontro anche nella riflessione filosofica. Per Bernard, ad esempio, la formulazione di un'ipotesi ha spesso il carattere della vera e propria illuminazione. Secondo l'epistemologo francese Gaston Bachelard, l'ipotesi scientifica è il risultato dell'immaginazione, della fantasia (*rêverie*). Per quest'ultimo, è solo una visione eccessivamente dogmatica a ritenere che nel lavoro dello scienziato l'immaginazione e la creatività personali non svolgano un ruolo altrettanto fondamentale delle componenti più direttamente razionali, induttive e deduttive.

### Che cos'è l'abduzione...?

Un modo, se non di spiegare, almeno di descrivere razionalmente il processo di formazione delle ipotesi si deve all'americano Charles Sanders Peirce che, nella seconda metà del XIX secolo, denomina il ragionamento ipotetico con il termine abduzione. L'abduzione è uno strumento per costruire ipotesi, quando se ne è sprovvisti, o quando quelle che si hanno a disposizione non funzionano efficacemente. Che cosa si intende, tuttavia, con questo termine? Per Peirce l'abduzione è una forma di inferenza distinta sia dalla deduzione, sia dall'induzione. Mentre la deduzione inferisce da principi o leggi generali ("Tutti gli uomini sono mortali") conclusioni particolari ("Socrate è mortale") e l'induzione da proposizioni particolari ("Socrate, Platone, Aristotele, ecc. sono mortali") conclusioni

universali ("Tutti gli uomini sono mortali"), l'abduzione opera in modo diverso: dall'effetto deriva la causa probabile. Essa quindi muove dalle conseguenze e formula l'ipotesi in grado di spiegarle. Un esempio di abduzione è il seguente: "se qui vi è della cenere, vi deve essere stato anche del fuoco". In questo ragionamento da una proposizione particolare ("qui vi è della cenere") si deriva, mediante un principio generale implicito ("il fuoco produce sempre della cenere"), un'altra proposizione particolare ("qui vi è stato del fuoco") che costituisce la spiegazione probabile della prima proposizione. L'abduzione produce conoscenze nuove, in quanto le sue conclusioni contengono informazioni assenti nelle premesse. È chiaro che l'abduzione è del tutto fallibile, in quanto produce solo una spiegazione possibile. Essa si limita a suggerire che qualcosa "può essere". È chiaro anche che le conclusioni delle abduzioni hanno una natura sperimentale, poiché ci spingono alla ricerca di tutte le conseguenze osservabili dell'ipotesi formulata.

### ... e la serendipity?

È a questo punto che ritorna in scena la serendipity. Nella lingua inglese, dove è assai usata, la parola riassume molti significati: la curiosità, il piacere della meraviglia e dell'osservazione dei particolari, l'originalità, la fortuna, la coincidenza. Il termine prende il nome da Serendip, l'isola di Ceylon, oggi Sri Lanka, e fu inventato dallo scrittore Horace Walpole che, in una lettera del 28 gennaio del 1754, usa il

#### PER APPROFONDIRE



- P. Van Andel, *Anatomy of the unsought finding: serendipity*, "British Journal for the Philosophy of Science", 1994, 45, pp. 631-648.
- P.J. Hannan, *Serendipity, Luck and Wisdom in Research*, iUniverse, Lincoln (NE), 2006.
- R.K. Merton e Elinor Barber, *The Travels and Adventures of Serendipity*, Princeton University Press, Princeton, 2004.
- R.M. Roberts, *Serendipity: Accidental Discoveries in Science*, Wiley, 1989.
- E. Toms, *Serendipitous Information Retrieval*, scaricabile da [www.ercim.org/publication/ws-proceedings/DeiNoe01/3\\_Toms.pdf](http://www.ercim.org/publication/ws-proceedings/DeiNoe01/3_Toms.pdf)

#### IN RETE!



- Scoperte per caso I**  
Pagina web del network radiotelevisivo statunitense PBS, dedicata alle scoperte accidentali in ambito medico.  
[www.pbs.org/wgbh/nova/cancer/discoveries.html](http://www.pbs.org/wgbh/nova/cancer/discoveries.html)
- Scoperte per caso II**  
Ricca carrellata di sostanze chimiche e polimeri scoperti o prodotti in modo accidentale: dal colorante mauve al nylon.  
[www.thebakken.org/education/SciMathMN/polymers-serendipity/polymer1.htm](http://www.thebakken.org/education/SciMathMN/polymers-serendipity/polymer1.htm)
- Nel paese di Serendip**  
Sito web del Bryn Mawr College tutto dedicato al tema della serendipity e pensato come un sistema interattivo e in continua evoluzione, alla pari di un organismo vivente. È organizzato in diverse aree (da "Geni e comportamento" a "Scienza e cultura"), contenenti ciascuna exhibit interattivi, link, forum di discussione, articoli. E c'è anche un ricco glossario.  
<http://serendip.brynmawr.edu>



termine citando la novella persiana dei Tre principi di Serendip, i quali avevano la capacità straordinaria di scoprire cose che non cercavano, grazie al loro spirito acuto e alla loro capacità di osservazione. Alcuni filosofi hanno osservato che molte scoperte scientifiche sono il risultato della serendipity: la scoperta del vaccino anti-vaiolo da parte di Edward Jenner, della penicillina da parte di Alexander Fleming, della luna di Plutone da parte di James Christy, per citarne solo alcune. La storia della scienza è ricca di esempi nei quali l'ingegno, l'eccentricità, il gusto del particolare, la "leggerezza" di chi osa formulare ipotesi anche andando contro il senso comune hanno saputo trasformare indizi, tracce trascurabili in scoperte e invenzioni. Nel suo procedere, sulla base di indizi particolari, dall'effetto alla causa probabile e ipotetica, l'abduzione è una tipica procedura di serendipity.

### La scienziato è come un investigatore?

Di fronte a un fatto sorprendente, che non rientra negli schemi teorici che si hanno a disposizione, l'abduzione infatti tenta (Peirce usa il verbo "to guess") di formulare una ipotesi di spiegazione. Lo schema dell'abduzione è dunque il seguente:

1. dato il fatto sorprendente F non spiegabile dagli schemi della teoria T;
  2. si ipotizza una nuova teoria T';
  3. se T' fosse vera, F sarebbe spiegato e non sarebbe più sorprendente;
  4. dunque si assume come probabile l'ipotesi T'.
- Le procedure abduitive della serendipity non

sono in fondo tanto diverse dal metodo di indagine dell'investigatore: per esempio, di Sherlock Holmes nei romanzi gialli di Arthur Conan Doyle, o di Guglielmo da Baskerville ne *Il nome della rosa* di Umberto Eco. Come questi protagonisti, in virtù del loro spirito di osservazione e dell'abilità nel seguire tracce e indizi, arrivano a scoprire il colpevole dell'omicidio, così lo scienziato, sulla base del suo spirito di osservazione e della sua genialità, perviene a formulare originali congetture sui problemi che si è posto. Non ci credete? Provate a individuare le quattro fasi dello schema che vi abbiamo proposto poco sopra nella descrizione del metodo investigativo che Guglielmo da Baskerville dà al suo aiutante Adso da Melk: «Risolvere un mistero non è la stessa cosa che dedurre da principi primi. Non equivale neppure a raccogliere tanti dati particolari per poi inferirne una legge generale. Significa piuttosto trovarsi di fronte a uno, o due, o tre dati particolari che apparentemente non hanno nulla in comune, e cercare d'immaginare se possono essere tanti casi di una legge generale che non conosci ancora [...]. La ricerca delle leggi esplicative, nei fatti naturali, procede in modo tortuoso. Di fronte ad alcuni fatti inspiegabili, tu devi provare ad immaginare molte leggi generali, di cui non vedi ancora la connessione coi fatti di cui ti occupi: e di colpo, nella connessione improvvisa di un risultato, un caso e una legge, ti si profila un ragionamento che ti pare più convincente degli altri. Provi ad applicarlo a tutti i casi simili, a usarlo per trarne previsioni, e scopri che avevi indovinato». [1] ➔

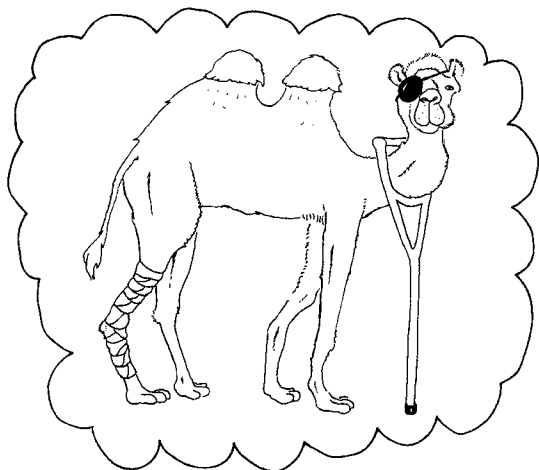


### FABIO CIOFFI

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

### RISORSE

1. U. Eco, *Il nome della rosa*, Bompiani, Milano, 1980, pp. 307-308.



➔ Narra una novella persiana che, grazie al loro spirito acuto, i tre principi di Serendip riuscirono a descrivere con estrema precisione le caratteristiche di un cammello che non avevano mai visto.



# RICERCA E NON SOLO

Dopo la laurea, percorsi a confronto

## Medicina veterinaria

### ALESSANDRO DELFANTI

Ha 33 anni e vive a Piacenza. È comunicatore scientifico freelance e come dottorando si occupa di ricerca sul tema dei rapporti tra scienza e società.



### FEDERICA MONACO

Dirigente veterinario all'Istituto zooprofilattico sperimentale dell'Abruzzo e del Molise di Teramo, ha 37 anni e vive a Pescara.



#### Qual è stato il tuo percorso di studi?

Liceo scientifico a Piacenza, laurea in medicina veterinaria a Parma e – dopo il Master in comunicazione della scienza alla Sissa di Trieste – dottorato di ricerca in scienza e società all'Università degli studi di Milano.

Liceo scientifico a Pescara, laurea in medicina veterinaria a Bologna, scuola di specializzazione in sanità animale e igiene delle produzioni zootecniche all'Università di Teramo.

#### Quando hai deciso di studiare medicina veterinaria? Che cosa ti ha influenzato?

Sono sempre stato interessato alle scienze della vita in generale. Alla fine del liceo, l'amore per gli animali e il fatto di avere un papà veterinario (benché lui si occupasse di zootecnia, mentre io volevo intraprendere un percorso differente), hanno orientato la mia scelta.

Alla fine delle superiori, spinta sia dalla passione per gli animali, sia da un ragionamento "per esclusione". Ero interessata a una facoltà scientifica, ma ho escluso quelle che mi sembravano "sterili", come fisica, oppure troppo generiche, come biologia. E anche medicina umana, per la paura di non riuscire a gestire la sofferenza.

#### Che cosa ti aspettavi da questa disciplina?

Di essere formato alla professione di veterinario, ma anche di trovare stimoli culturali.

Non avevo idee precise; leggendo il piano di studi della facoltà, avevo immaginato che si sarebbe trattato di uno studio vario e complesso e che avrei ricevuto una formazione completa.

#### Le tue aspettative sono state soddisfatte?

No: ho vissuto piuttosto male gli anni universitari. Da un lato, perché lo studio era troppo mnemonico e privo di quegli stimoli che mi ero aspettato e che invece coglievo quando gli amici mi parlavano dei loro studi in altre discipline scientifiche oppure filosofiche e sociali. Dall'altro, perché c'era pochissima attività pratica.

Sì: non mi sono mai pentita della scelta fatta.

#### Che cosa hai fatto dopo la laurea? È quello che avresti voluto fare?

Un periodo di tirocinio in un istituto zooprofilattico.

Il tirocinio *post lauream*, svolto in parte all'università, in parte al mattatoio e in parte in un ambulatorio veterinario.

#### Qual è stato il tuo primo lavoro?

Il medico veterinario in alcune cliniche; mi occupavo in particolare di piccoli animali da compagnia. L'ho fatto per cinque anni e mi è sempre piaciuto. A un certo punto, però, ho deciso di cambiare percorso a causa della forte insoddisfazione per le condizioni economiche e lavorative: lavoravo anche 60-70 ore alla settimana, senza garanzie e senza una retribuzione adeguata.

Il medico veterinario in ambulatorio. All'inizio mi piaceva, ma già dopo pochi mesi il lavoro era diventato routine: stavo in una realtà piccola e si trattava solo di fare vaccinazioni e piccoli interventi (tipicamente di sterilizzazione). Così, mi sono iscritta a una scuola di specializzazione e ho partecipato al concorso per dirigente veterinario all'Istituto zooprofilattico.

#### Oggi di che cosa ti occupi?

Di comunicazione scientifica, sia nel campo dell'editoria e del giornalismo, sia nell'ambito della ricerca. In particolare, studio la comunicazione delle biotecnologie, cioè come si parla di DNA e di scienziati nei mass media e sul Web.

Seguo la parte di biotecnologie dell'Istituto, che ha diverse linee di lavoro: la messa a punto di test diagnostici per malattie esotiche (come il West-Nile virus); l'analisi filogenetica per la ricostruzione della storia evolutiva di particolari organismi di interesse (virus, batteri, parassiti); la produzione di vaccini ricombinanti, per esempio contro il virus della Blu Tongue.

#### Che cosa ti piace di più del tuo lavoro di oggi?

Il fatto di occuparmi, da più punti di vista, di questioni che ho sempre trovato molto stimolanti. Già all'università avevo cominciato a interessarmi dei rapporti tra scienza e società: mi sono laureato con una tesi sui brevetti legati alla creazione di animali transgenici.

Il fatto che sia sperimentale e che mi permetta scambi continui di idee e di risultati con ricercatori di tutto il mondo. Per lavoro, sono stata per periodi piuttosto lunghi in diversi Paesi: Svezia, Brasile, Stati Uniti, Sud Africa.

#### Come ti vedi in futuro?

Non lo so: mi piacerebbe continuare a fare ricerca, ma l'università italiana tende a espellere giovani ricercatori piuttosto che ad accoglierli. Forse sarà più probabile una carriera nel mondo della comunicazione.

Non lo so. L'Istituto è molto dinamico: da quando sono arrivata ho cambiato almeno tre volte tipo di attività. Certo è che i veterinari hanno competenze trasversali e lavorare in laboratorio è già un ottimo inizio.

#### Quali sono i tuoi interessi al di fuori del lavoro?

Spesso coincidono con il lavoro, ma direi soprattutto politica e lettura.

Uscire in barca a vela e collezionare piante grasse.

# Scienze geologiche

## GIACOMO RE FIORENTIN

Ha 37 anni e lavora come funzionario tecnico geologo nella sede torinese dell'Arpa (Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente) Piemonte.



## VALENTINA VOLPI

Ha 39 anni, vive a Trieste ed è ricercatrice all'Istituto nazionale di oceanografia e di geofisica sperimentale (Ogs), sempre a Trieste.

### Qual è stato il tuo percorso di studi?

Diploma di perito aeronautico a Torino e laurea in scienze geologiche, sempre a Torino.

Liceo scientifico a Trieste e laurea in scienze geologiche, nella stessa città.

### Quando hai deciso di studiare scienze geologiche? Che cosa ti ha influenzato?

In quarta superiore. All'inizio pensavo che avrei fatto scienze motorie (allora si chiamava Isef, Istituto superiore di educazione fisica), poi ho pensato che con una laurea in scienze geologiche avrei potuto trasformare la mia passione per la montagna e per l'ambiente in un lavoro.

Al quinto di anno di liceo, l'anno in cui si fa geografia astronomica, che comprende anche una piccola parte di geologia. La materia mi piaceva e mi sembrava un'ottima occasione per trasformare in un lavoro la mia passione per la natura e l'ambiente.

### Che cosa ti aspettavi da questa disciplina?

Da un lato, di capire il motivo per cui in natura avvengono certi fenomeni (frane, terremoti, dinamica dei corsi d'acqua, ecc.). Dall'altro, di trovare un'occupazione che mi permettesse di lavorare nell'ambiente e per l'ambiente.

In realtà avevo un'idea piuttosto vaga di che cosa significasse fare il geologo: mi immaginavo in giro per le montagne a saggiare rocce con un martelletto.

### Le tue aspettative sono state soddisfatte?

Sì.

Sì. Anzi: studiando, ho scoperto che la geologia era molto più di quello che avevo immaginato; che c'erano settori interessanti caratterizzati da un altissimo livello tecnologico. Infatti, ho deciso di specializzarmi in geofisica.

### Che cosa hai fatto dopo la laurea? È quello che avresti voluto fare?

Ho preparato l'esame di Stato per potermi iscrivere all'Ordine nazionale dei geologi. Ho presentato alla commissione una tesina basata sullo studio di una frana.

Uno stage di sei mesi all'Università di Cambridge. In tesi avevo cominciato a occuparmi di metodi sismici per l'indagine del sottosuolo: facendo propagare delle onde acustiche nel sottosuolo si ottengono delle "ecografie" con informazioni sulle rocce che lo costituiscono e sulle loro proprietà fisiche. In Gran Bretagna ho approfondito le tecniche di elaborazione e interpretazione dei dati sismici.

### Qual è stato il tuo primo lavoro?

Il geologo in uno studio professionale. Si trattava della redazione di progetti su interventi di sistemazione del territorio commissionati da Comuni o altri enti.

Un contratto di ricerca a tempo determinato presso l'Università di Trieste, nello stesso laboratorio in cui avevo fatto la tesi.

### Oggi di che cosa ti occupi?

Lavoro nella struttura dell'Arpa Piemonte che si occupa del controllo dei processi di instabilità connessi all'attività di versante: in pratica, del monitoraggio delle frane. Insieme ai colleghi, tengo sotto controllo la situazione attraverso una rete di strumenti posizionati sui vari fenomeni franosi, in tutta la Regione Piemonte. Periodicamente, dobbiamo riferire ai vari Comuni interessati i risultati delle nostre rilevazioni.

Sempre dello studio di profili sismici del sottosuolo, con l'obiettivo di individuare aree per il confinamento geologico della CO<sub>2</sub>.

### Che cosa ti piace di più del tuo lavoro di oggi?

Non è mai noioso e mi permette di lavorare sul territorio, fornendo un servizio utile ai cittadini.

È creativo, non è mai ripetitivo, lo posso portare avanti in piena autonomia. E poi, mi permette di entrare in contatto con molte persone, sia in termini di collaborazione sia in termini di confronto. I propri risultati di ricerca vanno sempre confrontati con altri: a volte si ricevono critiche, a volte approvazione.

### Come ti vedi in futuro?

Continuo a immaginarmi nella struttura in cui sono, magari nell'ambito di un percorso di crescita professionale.

Ho molto sofferto la precarietà della mia condizione (sono diventata strutturata solo l'anno scorso): ora sono più serena e spero di poter continuare a fare quello che faccio.

### Quali sono i tuoi interessi al di fuori del lavoro?

La famiglia (ho due bambini piccoli), gli amici, lo sport, la musica e i libri.

Attività fisica (jogging e fitness), immersioni subacquee, lettura.

# Wall-E

**Massimo Labra**

critico cinematografico per un giorno



**Titolo** Wall-E

**Titolo originale** Wall-E

**Genere** Animazione

**Anno** 2008

**Produzione** Pixar Animation Studios / Walt Disney Pictures

**Distribuzione** Pixar Animation Studios / Walt Disney Pictures

**Regia** Andrew Stanton

**Cast** Voci nella versione italiana: Stefano Crescentini, Alida Milana

**Soggetto scientifico** Ecologia, agronomia

## LA TRAMA

Wall-E (Waste Allocation Load Lifter Earth-Class) è un piccolo robot creato dall'uomo per ripulire la Terra sommersa dai rifiuti. In un mondo ormai deserto – da 700 anni gli esseri umani si sono trasferiti nello spazio, a bordo dell'astronave Axiom – è l'unico essere animato che svolge giornalmente il suo ruolo: compattare e immagazzinare rifiuti. Wall-E ha tuttavia, come dice il trailer del film, una personalità, un "lato umano" ed è affascinato dall'amore, che apprende guardando la videocassetta di *Hello, Dolly!*, un vecchio film romantico. La tranquilla routine di Wall-E è sconvolta dall'arrivo sulla Terra del robot ricognitore Eve, mandato dall'astronave madre alla ricerca di forme viventi e in particolare di piante. Il ritrovamento di una piantina sulla Terra rappresenterebbe infatti per il genere umano la possibilità di tornare a casa. L'incontro con Eve determina in Wall-E un'esplosione di sentimenti che vanno dalla paura all'amore.

In questo film, l'autore e regista Andrew Stanton racconta con sentimenti umani la vita di due robot e affronta con leggerezza argomenti importanti come l'inquinamento e i valori della vita.

## IL COMMENTO

Il robot Wall-E è un insegnante di vita che ci ricorda quali possono essere i pericoli a cui andiamo incontro se non rispettiamo l'ambiente in cui viviamo. Il film trasporta lo spettatore in avanti nel tempo in una condizione di "vita" disperata, in cui Wall-E e Eve sono gli unici a provare sentimenti. Gli esseri umani sono diventati "inumani", a partire dalle loro sembianze fisiche sino alla perdita delle funzioni biologiche di base: l'uomo del futuro non si muove più, mangia cibi predigeriti e non interagisce con i suoi simili se non attraverso video e telefoni. Malgrado tutto ciò, egli è apparentemente felice perché non deve pensare a nulla: niente conoscenza e nessuna evoluzione. Dal punto di vista biologico, la vita è entropia, disordine; la condizione ordinata si raggiunge con la morte, alla quale in fin dei conti corrisponde la vita vuota e sempre uguale condotta dagli uomini sull'astronave. La vita sulla Terra, quella che conosciamo noi, è rappresentata da una piccola pianta che nel film è il simbolo dell'amore tra Wall-E e Eve, ma soprattutto è l'unico elemento che collega l'uomo alla sua vera casa.

Le piante sono organismi autotrofi che hanno bisogno di pochi elementi per vivere: luce, acqua, sali minerali. La piantina del film cresce circondata da montagne di rifiuti in poca terra, prima in un piccolo vaso e poi in una vecchia scarpa. Al contrario, nello spazio, l'uomo è accudito da mille robot che soddisfano tutte le



Wall-E con la piantina. In alto, l'astronave Axiom in un'immagine del film.



## IN RETE!

Il Film Scheda dell'Internet movie database.  
[www.imdb.com/title/tt0910970](http://www.imdb.com/title/tt0910970)



### MASSIMO LABRA

è ricercatore del Dipartimento di biotecnologie e bioscienze dell'Università di Milano-Bicocca, dove si occupa di ricerche relative alla valorizzazione e conservazione della biodiversità e agrobiodiversità attraverso lo studio del DNA. È inoltre docente di botanica sistematica e di biodiversità vegetale.

sue esigenze: anche questo ci dovrebbe far riflettere sul nostro comportamento e su come talvolta sia sufficiente davvero poco per preservare la biodiversità che ci circonda. È interessante scientificamente anche il ruolo della pianta come bioindicatore: gli esseri umani ritornano sulla Terra solo quando vi sono le condizioni elementari per la vita e queste sono dedotte dalle funzioni biologiche della piantina stessa. Questo passaggio della storia non è affatto lontano dalla realtà: diverse specie di piante sono sensibili agli inquinanti e per tali ragioni sono ottimi strumenti di stima della qualità ambientale. Per esempio, le briofite vengono utilizzate come bioindicatori dell'aria e l'assenza o la riduzione di muschi nelle grandi città è un chiaro sintomo di inquinamento. Il film ha un lieto fine: l'amore trionfa. Wall-E, Eve e gli esseri umani ritornano sulla Terra. La vita ricomincia con l'agricoltura, proprio come 10 000 anni fa, quando l'uomo ha imparato a domesticare le piante scegliendo, nella biodiversità a disposizione, quelle più adatte alle sue necessità. Attenzione, però: questo è solo un film! La biodiversità non si crea in un giorno ma in milioni di anni di evoluzione. L'uomo è soltanto una delle specie che abitano il pianeta: dobbiamo quindi stare attenti a salvaguardare la diversità biologica in cui siamo immersi, che è la vera ricchezza fondamentale per la nostra vita. ➔

## PAROLE CHIAVE



**Autotrofo** Organismo in grado di sintetizzare molecole organiche a partire da sostanze inorganiche (per esempio diossido di carbonio e acqua). Gli autotrofi non hanno bisogno di nutrirsi di altri organismi. Sono autotrofi le piante, le alghe e alcuni batteri.

**Bioindicatori** Organismi animali o vegetali (oppure batteri) che si comportano come "sentinelle ambientali": al variare delle condizioni, infatti, vanno incontro ad alterazioni di particolari caratteristiche (morfologiche, metaboliche, genetiche o comportamentali), che permettono di individuare in modo indiretto le variazioni ambientali.

**Briofite** Gruppo di piante caratterizzate dall'assenza di tessuti vascolari (xilema e floema). Comprendono muschi ed epatiche.



# SCIENZA AL CENTRO

## Invito ai lettori

Film, spettacoli, libri, CD, siti web: che siano grandi classici oppure novità dell'ultimo minuto, la scienza è al centro di moltissimi eventi o prodotti. Ci piacerebbe che foste voi lettori – docenti, studenti o classi intere – a dar vita a questo spazio. Potete inviarci le vostre segnalazioni, accompagnate da un commento originale, all'indirizzo [redazione@linxmagazine.it](mailto:redazione@linxmagazine.it).

## LIBRI

### Racconto fantastico a più dimensioni

Immaginate di trovarvi comodamente seduti sul divano quando un palloncino entra dalla finestra e dice di volervi iniziare ai misteri della Quarta Dimensione. Una cosa simile succede al Quadrato protagonista di *Flatlandia*, che viene strappato dal suo mondo piatto e bidimensionale, abitato da Figure del Piano come Triangoli, Cerchi, Linee Rette (o Donne), e si ritrova a visitare altre dimensioni, come quelle di Lineilandia, mondo lineare dove si muovono avanti e indietro tanti piccoli segmenti, o di Spacelandia, universo tridimensionale abitato da Sfere, Cubi, e altre Figure Solide. È da poco in libreria una nuova edizione del racconto pubblicato per la prima volta nel 1882 da Edwin A. Abbott, accompagnato dal DVD dell'omonimo film di Michele Emmer, nel quale potrete vedere

muoversi e parlare gli abitanti del mondo bidimensionale. Il racconto è breve ma denso di significato: non presenta solo una visione totalmente nuova della geometria e dello spazio, ma attua anche una profonda critica alla società vittoriana, ben rappresentata dalla rigida gerarchia sociale di Flatlandia, e cela l'invito ad ampliare sempre di più le proprie conoscenze, mettendo da parte ogni pregiudizio e schema mentale e sforzandosi di andare oltre le verità già assodate. L'autore incita inoltre il lettore a rivalutare importanti qualità morali, come la Modestia, che egli stesso definisce «rarissima ed eccellente fra le razze superiori dell'umanità solida». *Martina Cavallaro, Erica Stevenazzi, classe IV BP, Isis Marie Curie, Tradate – va*  
**Edwin A. Abbott**  
*Flatlandia*  
**Testo inglese a fronte +DVD**  
**Bollati Boringhieri, Torino 2008, pp. 248, € 25**

### Le passioni di Volta

Prima ancora di essere "professionisti della ricerca scientifica", gli scienziati sono esseri umani, con vari interessi e passioni, per esempio quella amorosa. Così, può succedere che uno scienziato perda la testa per una donna, proprio come accade ad Alessandro Volta, professore all'Università di Pavia, nel 1789. Galeotto uno spettacolo d'opera, *Il barbiere di Siviglia*, nel quale Volta ha l'occasione di vedere – restandone "fulminato" – la cantante Marianna Paris. Nonostante la passione, la storia è però di quelle impossibili: un professore non può sposare una cantante e all'unione si oppongono non solo i familiari di lui, ma anche il governatore di Milano e addirittura l'imperatore d'Austria. A raccontare questa grande storia d'amore è Paolo Mazzarello, storico della medicina proprio all'Università di Pavia, con un piccolo libro davvero piacevole. Ma come finisce la vicenda? A salvare Volta dalla

disperazione interviene l'altra sua grande passione. Nel 1792, Luigi Galvani descrive l'apparente presenza di elettricità nei muscoli delle rane. E Volta non può fare a meno di mettersi a studiare il fenomeno: tra le ragioni di convenienza sociale e l'ossessione per gli esperimenti, poco a poco Marianna finisce nell'oblio.

**Paolo Mazzarello**  
*Il professore e la cantante*  
**Bollati Boringhieri, Torino 2009, pp. 154, € 15**

### Tante donne, un'unica passione: la scienza

Da ragazza, Jill Bargonetti voleva diventare ballerina. Poi, l'incontro con alcuni corsi di biologia durante l'università e il cambio di prospettiva. Oggi è docente di biologia molecolare all'Hunter College City University di New York. Ijeoma Uchegbu insegna nanotecnologie farmaceutiche alla London University's School of Pharmacy, ma prima di "buttarsi" nella carriera scientifica ha pensato alla famiglia, iniziando il dottorato solo dopo aver avuto tre figli. Barbara Weber si è occupata a lungo di tumore al seno, come medico e come ricercatrice, sia in accademia che nell'industria privata. Sono solo alcune delle storie di donne scienziate che si trovano in un libretto realizzato nel 2008 dalla rivista "Science", in collaborazione con L'Oréal Corporate Foundation, che da 10 anni si occupa (insieme all'Unesco) di

promuovere la partecipazione femminile alle carriere scientifiche. «Tutte donne di successo», si legge nella presentazione del volume «perché hanno ottenuto premi prestigiosi, o sono riuscite a conciliare perfettamente lavoro e famiglia o, ancora, hanno sconfitto solide discriminazioni culturali». Due gli obiettivi principali degli autori: motivare le ragazze alle discipline scientifiche e fornire ai docenti un utile supporto didattico per introdurre in classe la discussione sul ruolo delle donne nella scienza. Visto il grande successo dell'opera, nel 2009 si è replicato, con un secondo libretto ricco di testimonianze di giovani scienziate all'inizio della loro carriera.

**Remarkable women in science**  
[http://sciencecareers.sciencemag.org/tools\\_tips/outreach/loreal\\_wis/loreal\\_women\\_in\\_science\\_booklet](http://sciencecareers.sciencemag.org/tools_tips/outreach/loreal_wis/loreal_women_in_science_booklet)  
**Young Women in Science**  
[http://sciencecareers.sciencemag.org/tools\\_tips/outreach/loreal\\_wis\\_2009](http://sciencecareers.sciencemag.org/tools_tips/outreach/loreal_wis_2009)  
**"Science", L'Oréal Corporate Foundation**

## DVD

### Dawkins racconta Darwin

Nell'agosto 2008, il canale televisivo britannico Channel 4 ha mandato in onda un documentario su Charles Darwin scritto e diretto dal biologo evoluzionista (e ottimo divulgatore scientifico) Richard Dawkins, grande appassionato del "papà"



della teoria dell'evoluzione per selezione naturale. Ora le tre puntate della serie sono state raccolte (insieme a nuovi materiali sulle isole Galàpagos) in un DVD che può essere acquistato online.

L'opera, vincitrice ai *British Broadcast Awards* del premio per il miglior documentario tv del 2008, è davvero completa: nella prima parte, Dawkins spiega i meccanismi di base della selezione naturale e racconta come Darwin sia arrivato a sviluppare la sua teoria. Nella seconda si occupa dell'evoluzione dell'uomo, discutendo anche delle numerose ramificazioni filosofiche e sociali della teoria evolutiva. Si parla così di darwinismo sociale, di eugenetica e, attraverso un'intervista allo psicologo evolutivo Steven Pinker, di cure parentali, altruismo e morale. Nella terza parte, infine, Dawkins spiega perché le idee di Darwin sono tra le più controverse della storia. Alcuni brani del documentario sono visibili direttamente alla pagina web di Dawkins (<http://richarddawkins.net>).

*The Genius of Charles Darwin*  
Upper Branch Productions, 2008

#### BLOG

#### Novità alla portata di tutti

Un sito di news, incrociato con un libro di divulgazione, incrociato con un ragazzino eccitato che saltella in giro indicando con il dito le cose che più gli



#### Un giallo etologico

«I miei gialletti»: così Danilo Mainardi – etologo, docente di ecologia comportamentale all'Università Ca' Foscari di Venezia e noto divulgatore – definisce le sue opere di narrativa a sfondo giallo. *L'acchiappacolombi*, pubblicato da Cairo Editore, è la terza "puntata", dopo *Un innocente vampiro* e *Il corno del rinoceronte*, a contare tra i protagonisti quello che può essere considerato l'alter ego dell'autore: il professore di etologia Marzio Lavetti. Per Mainardi, la scelta di trasformare un ricercatore in detective è stata naturale: «Le due professioni si assomigliano molto. Sia in un'indagine, sia in un lavoro scientifico si parte da un'ipotesi e si cerca di verificarla, attraverso esperimenti e osservazioni». E in entrambi i casi si lavora in gruppo. Nell'ultimo giallo, il professore cerca di risolvere un mistero (una macabra sequenza di omicidi che coinvolgono l'insolito mondo della colombofilia) insieme allo studente Federico, la collega Agnese, il vicequestore Terzi e anche il cane Fonni. Tra colpi di scena, piccole osservazioni polemiche sull'università, informazioni storiche ed etologiche sui colombi viaggiatori, la narrazione scorre in modo agile e piacevole. E per chi conosce già un po' di etologia, non sarà difficile cogliere i passaggi in cui Mainardi utilizza le tecniche della sua disciplina per capire meglio la psicologia umana.



D. Mainardi, *L'acchiappacolombi*, Cairo Editore, Milano, 2008, pp. 270, € 14

piacciono: così Ed Yong descrive il suo frizzante blog – in inglese – *Not exactly rocket science* (dal quale è stato di recente tratto un libro omonimo). Dopo alcuni anni passati in un laboratorio di ricerca, Yong ora si occupa di comunicazione al Cancer Research UK (associazione britannica per la ricerca sul cancro) e ha le idee molto chiare sui temi di cui vuole scrivere nel suo blog e su come farlo: solo freschissime (e solide) scoperte scientifiche (in genere di biologia, la disciplina che conosce meglio), che possano avere un'interesse generale e tutte da

raccontare in modo semplice e comprensibile ai più. Ci riesce? Secondo noi sì. I suoi post, che spaziano dall'ecologia alle neuroscienze, dalla parassitologia all'evoluzione umana – sono chiari, accattivanti e sempre molto precisi. <http://scienceblogs.com/notrocketscience>

#### SITI

#### Matematica sul Web

La matematica prende vita in un sito creato dal docente Carlo Pischredda, in cui si trova tutto quello che serve per lo studio di questa disciplina alle scuole

superiori. Per gli studenti, un'utilissima raccolta delle principali formule in uso, test di autoverifica – studi di funzione ed esercizi di trigonometria – grafici delle principali formule analitiche, studi di funzione risolti e applicazioni interattive. Per i docenti, uno strumento d'aiuto per la costruzione di unità didattiche interattive. Tra i contenuti più interessanti del portale, la possibilità di seguire passo passo le costruzioni geometriche con riga e compasso: con un clic parte l'animazione che illustra graficamente tutti i passaggi necessari. Nato nel 1996 con

l'obiettivo di rendere disponibile a tutti materiali didattici e interattivi per lo studio della matematica, Math.it ha ottenuto il Premio Pitagora 2006 per il miglior sito di divulgazione matematica ed è in continua evoluzione. Uno spazio è dedicato all'aspetto ludico, con giochi e matematica ricreativa, geoequazioni, tetris, tangram, triangoli e quadrati magici. Storielle a sfondo matematico mostrano la vera essenza della materia: una disciplina interessante, stimolante e spassosa. [www.math.it](http://www.math.it)

# PITAGORA SI DIVERTE

● Soluzioni online  
linxedizioni.it



Logica, intuizione e fantasia: è forse la miglior ricetta per cimentarsi con successo nei giochi matematici proposti da Gilles Cohen, coordinatore dell'équipe francese che cura l'organizzazione dei Campionati internazionali dei Giochi matematici. Raccolti in tre agili libretti, gli enigmi non richiedono la conoscenza di linguaggi e teorie particolarmente impegnativi per essere risolti. In questo numero, quattro nuove proposte dal volume *Pitagora si diverte 2*. Buon divertimento!

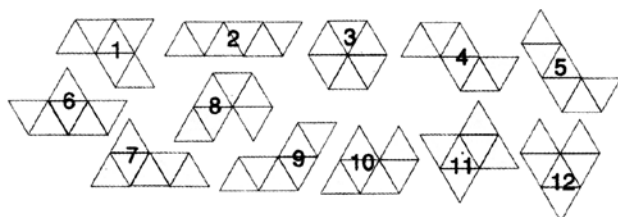
*Pitagora si diverte 2* a cura di Gilles Cohen, Bruno Mondadori, Milano, 2006, pp. 134, € 9

## 1. L'ANTENATO

Edoardo, il bisnonno di Anna, non è ancora centenario ma ha un'età molto avanzata. Tutto ciò che possiamo dirvi è che, l'anno scorso, la sua età era un multiplo di 8 e che l'anno prossimo sarà un multiplo di 7.

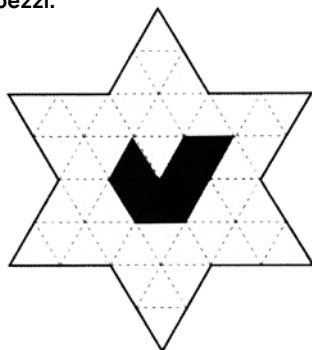
**Qual è l'età di nonno Edoardo?**

## 2. GLI ESIAMETRI



Qui sopra abbiamo disegnato 12 "esiametri" (cioè figure ottenute unendo tra loro 6 triangoli equilateri). Con 8 di queste forme si può riempire la stella disegnata sotto. Il pezzo n. 8 è già stato inserito.

**Sistematemi gli altri pezzi.**



## 3. PARI OPPORTUNITÀ?

A un convegno internazionale di Matematica si contano meno di 5000 principianti (provenienti da Germania, Belgio, Danimarca e Spagna). Tutte le delegazioni nazionali comprendono lo stesso numero di persone. Gli uomini tedeschi sono il doppio delle donne tedesche; gli uomini belgi sono il triplo delle donne belghe; gli uomini canadesi sono il quadruplo delle donne canadesi; gli uomini danesi sono il quintuplo delle donne danesi e, infine, gli uomini spagnoli sono il sestuplo delle donne spagnole.

**Quante sono le donne partecipanti a questo convegno un po'... maschilista?**



## 4. STRATEGIA, STRATEGIA!

Si gioca in due. Sulla finestrella di una calcolatrice appare il numero 1997. Con un'operazione alla volta, a turno, si possono sottrarre le cifre 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 o 10 e quindi il numero della finestrella diminuisce progressivamente. Il primo dei giocatori che fa apparire "zero" ha vinto! Tocca a voi giocare.

**Che cosa fate per vincere?**

**Qual è la vostra strategia?**

**È importante giocare per primi?**

