

linux

MAGAZINE

UN ANNO AL POLO SUD

STUDIARE I GHIACCI DI IERI
PER SVELARE IL CLIMA DI DOMANI:
INTERVISTA ALLA GEOLOGA
LAURA GENONI

RIFLESSIONI

Largo al cervello

Sempre più spesso si parla di neuroscienze: perché e come farlo anche in classe



ESPERIENZE
LA FISICA DEL
KARATE

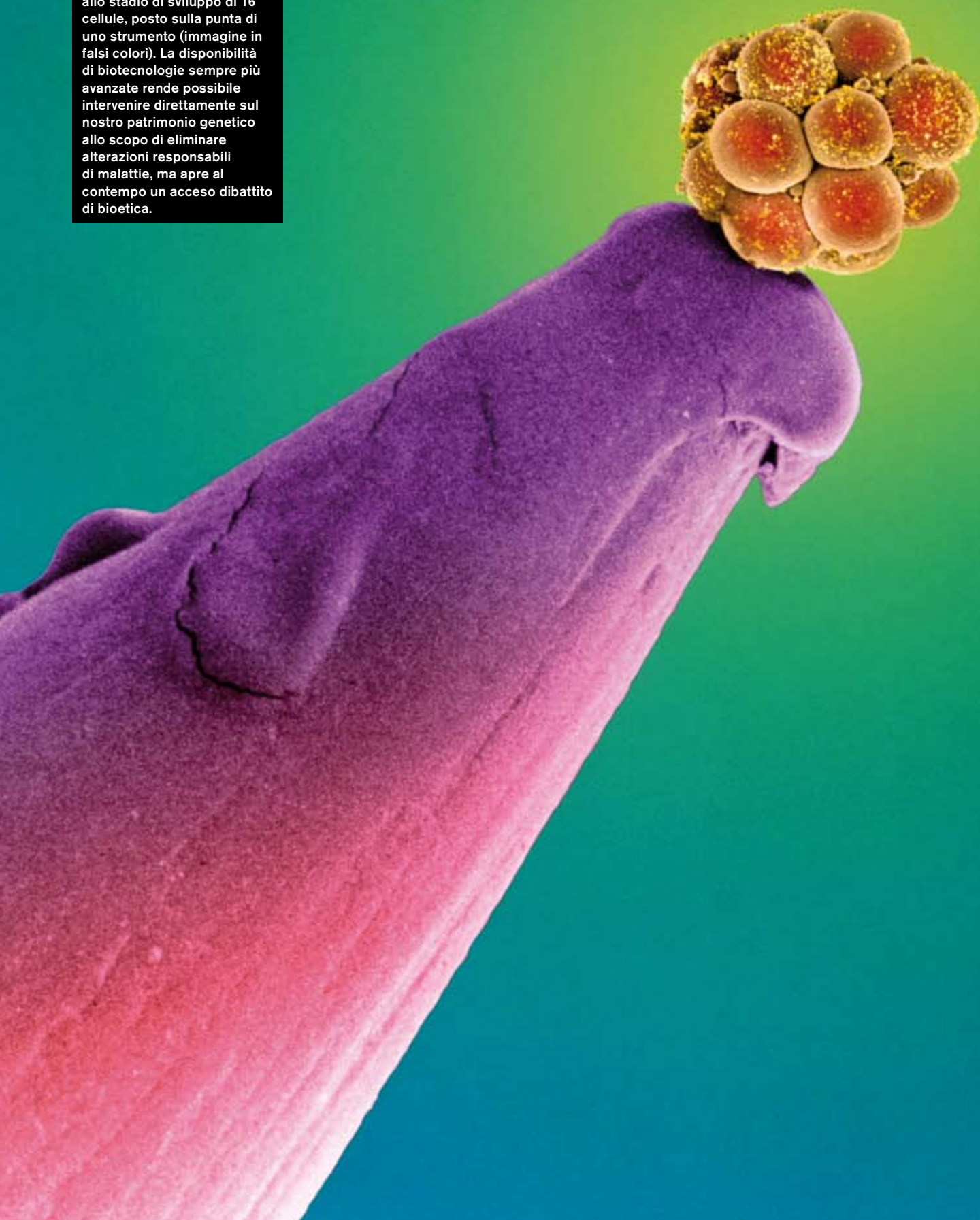
FRONTIERE
IL CODICE
SOPRA IL CODICE

PROGETTI
I PROBLEMI
CHE AIUTANO
A IMPARARE

INTERNET POINT
SEMPRE APERTO,
INGRESSO
GRATUITO

pagina 14

Fotografia al microscopio elettronico a scansione di un embrione umano di tre giorni, allo stadio di sviluppo di 16 cellule, posto sulla punta di uno strumento (immagine in falsi colori). La disponibilità di biotecnologie sempre più avanzate rende possibile intervenire direttamente sul nostro patrimonio genetico allo scopo di eliminare alterazioni responsabili di malattie, ma apre al contempo un acceso dibattito di bioetica.





La scienza come avventura

L'intervista di questo numero di "Linx Magazine" è destinata a chi pensa che la scienza sia solo un'avventura intellettuale che si svolge tra laboratori, biblioteche e congressi. Non è stato così per Laura Genoni, che ha passato 14 mesi in Antartide a raccogliere dati di glaciologia e di fisica dell'atmosfera necessari per gli studi sul clima del pianeta. Il suo racconto appassionato ci porta in una delle regioni più affascinanti e selvagge della Terra alla ricerca delle tracce – conservate nel ghiaccio profondo – che consentiranno di capire come si è evoluto il clima negli ultimi 800 000 anni!

A chi non ama vivere tra -25 e -80 °C proponiamo una buona lettura "da laboratorio": il libro della vita, come è stato definito il genoma umano, sequenziato dagli scienziati all'inizio di questo secolo. L'interpretazione di questo libro rappresenta una delle sfide più impegnative per i ricercatori: Maria Cristina Onorati e Davide Corona chiamano in causa l'epigenetica, una nuova frontiera della ricerca biologica che sposta l'indagine dalla codificazione dell'alfabeto a quella della "punteggiatura" che permette di regolare, cellula per cellula, l'espressione genica. Lo studio del DNA, però, non è solo una questione di ricerca di base: da alcuni anni a questa parte, alle conoscenze più fini sulla struttura del genoma si sono affiancate le prime tecnologie che consentono la sua manipolazione. È questo il tema che Andrea Battiston affronta da un punto di vista etico: clonazione, cellule staminali, manipolazione genetica hanno portato a un dibattito acceso tra bioconservatori e bioliberali,

ovvero tra chi intende porre un limite alla possibilità di intervenire nel processo di evoluzione darwiniana e chi considera invece questa possibilità un vantaggio per l'umanità. L'articolo di Battiston descrive entrambe le posizioni e offre lo spunto per portare il dibattito in classe.

Un argomento che riprendiamo in questo numero è il rapporto tra scienza e attività museale. La rubrica Internet Point, curata da Tiziana Moriconi, offre una guida ragionata alla didattica online che ormai innumerevoli musei propongono attraverso i siti web. L'intervento di Paola Rodari, invece, apre una interessante riflessione sugli scopi e i significati che si possono attribuire a una visita al museo: apprendimento o coinvolgimento, imparare o imparare a imparare? E ancora: i musei sono spesso partner di attività didattiche che portano in classe le neuroscienze, come ci racconta Donato Ramani.

Le riflessioni sul metodo scientifico e sul rapporto tra scienza e società sono i temi che affrontano rispettivamente Fabrizio Boldrini e Francesco Maria Scarpa. Confrontarsi con questi argomenti significa fornire di senso lo studio e la pratica scientifica, dare valore e importanza agli obiettivi, sempre dichiarati ma non sempre raggiunti, di promuovere i temi della cittadinanza scientifica tra le nuove generazioni.

MASSIMO ESPOSTI
Direttore editoriale di Linx



SOMMARIO N.06–APRILE 2010

4
DA NON PERDERE



6
INTERVISTA
LAURA GENONI
RACCONTA
Al lavoro con ghiacci, isotopi
e palloni radiosonda
di Valentina Murelli

14
FRONTIERE
OLTRE DARWIN.
VERSO UNA NUOVA
FORMA DI EVOLUZIONE
di Andrea Battiston



22
FRONTIERE
IL CODICE
SOPRA IL CODICE
di Davide Corona e
Maria Cristina Onorati

28
INTERNET POINT
SEMPRE APERTO,
INGRESSO GRATUITO
di Tiziana Moriconi

36
ESPERIENZE
LA FISICA DEL
KARATE
di Concetto Gianino



40
PROGETTI
I PROBLEMI CHE AIUTANO
A IMPARARE
di Fabrizio Boldrini

44
PROGETTI
DAVANTI ALLO SCHERMO,
DIETRO ALLA TELECAMERA
di Valentina Murelli



direzione
Massimo Esposti

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

hanno collaborato a questo numero
Andrea Battiston, Giovanni Bignami, Fabrizio Boldrini, Davide Corona, Concetto Gianino, Tiziana Moriconi, Valentina Murelli, Maria Cristina Onorati, Donato Ramani, Paola Rodari, Barbara Rosenthal, Francesco Maria Scarpa, Anna Maria Zaccheddu

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

progetto grafico di copertina
Italik, Milano

immagine di copertina
Jonathan Zaccaria

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

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

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

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

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

Corso Trapani 16
10139 Torino

RI636400066X
Stampato per conto della Casa Editrice presso Arti Grafiche DIAL, Mondovì (Cn), Italia

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

**47
RIFLESSIONI
PER FARE SCIENZA
CI VUOLE STORIA.
E FILOSOFIA**

di Francesco Maria Scarpa

**50
RIFLESSIONI
LARGO AL CERVELLO,
ANCHE A SCUOLA**

di Donato Ramani



**54
RIFLESSIONI
IMPARARE AL MUSEO
DELLA SCIENZA**

di Paola Rodari

**58
INTERVISTA DOPPIA
RICERCA
E NON SOLO**



**60
UNO SCIENZIATO
AL CINEMA
APOLLO 13**

di Giovanni Bignami

**62
SCIENZA
AL CENTRO**

**64
PRENDIAMOLA
CON FILOSOFIA
LA SCIENZA È
MASCHIO O FEMMINA?**

di Fabio Cioffi e Loredana Troschel



DA NON PERDERE

- 👤 per i ragazzi / per la classe
- 👥 per tutti
- 👩 per i docenti



SCIENZE CENTRE IMMAGINARIO SCIENTIFICO - TRIESTE

👥 L'evoluzione di un'idea

Trieste, fino al 30 maggio 2010

L'anno del bicentenario di Charles Darwin è ormai concluso, ma la rilevanza scientifica del naturalista inglese è tale che non occorrono anniversari per promuovere un'iniziativa che lo riguardi. Ecco perché l'Immaginario scientifico, science centre di Trieste, ha deciso di proporre "soltanto" nel 2010 una mostra multimediale dedicata al papà della teoria dell'evoluzione e concentrata in particolare sulle diverse fasi che hanno portato il naturalista a formulare la teoria dell'origine delle specie per selezione naturale. La mostra si compone di tre multivisioni: immagini suggestive accompagnate da brevi testi esplicativi e musiche realizzate ad hoc. La multivisione principale, *L'evoluzione di un'idea (un'idea di evoluzione)*, invita i visitatori a seguire il percorso mentale di Darwin. La seconda multivisione è dedicata alle convergenze evolutive e la terza alla nuova disciplina dell'evo-devo (evolutionary developmental biology).

www.immaginarioscience.it

FESTIVAL E MANIFESTAZIONI

👥 CinemAmbiente

Torino, 1-6 giugno 2010

Programmazione d'eccezione per la tredicesima edizione del festival CinemAmbiente, che si sposta dal tradizionale autunno alla primavera inoltrata per collegarsi alla Giornata internazionale dell'ambiente (il 5 giugno 2010), organizzata ogni anno dal Programma ambientale delle Nazioni Unite per sensibilizzare l'opinione pubblica sui temi dell'ecologia e della sostenibilità.

Come ogni anno, oltre alle sezioni competitive nazionali e internazionali, al panorama e alle retrospettive, il festival dedicherà particolare attenzione agli studenti con Ekokids, un'intera sezione dedicata ai più giovani. Le proiezioni saranno inoltre accompagnate da dibattiti, incontri con gli autori, mostre, presentazioni di libri, spettacoli teatrali e concerti

sempre a tema ambientale. Al di fuori del festival, le scuole possono partecipare alle iniziative dell'associazione CinemAmbiente, in collaborazione con il Museo regionale di scienze naturali di Torino attraverso la rassegna *Vedere per Sapere*.

www.cinemambiente.it

👥 L'energia spiegata

Lecce, 20-23 maggio 2010

Ancora quattro giorni di incontri, dibattiti, conferenze, giochi, presentazioni di libri in programma nel Salento per la terza edizione del Festival dell'energia, nato con l'obiettivo di coinvolgere esperti, amministratori, imprese, associazioni ma soprattutto cittadini in un dibattito sui temi dell'energia. Anche quest'anno sono previste attività dedicate esclusivamente alle scuole (per il programma, consultare il sito web). Tra le iniziative promosse per le scuole nel 2009 ricordiamo una mostra

interattiva sul tempo dell'energia, una gincana scientifica per spiegare meglio il significato dello sviluppo sostenibile e sensibilizzare sul corretto sfruttamento delle risorse energetiche alternative e un ciclo di documentari del National Geographic Channel.

www.festivaldellenergia.it

👥 Caffè eco-scientifici

Roma, Lanificio 159

Fino a giugno 2010

L'associazione culturale G.Ecologia, nata nel 2007 con l'obiettivo di promuovere a scuola una nuova didattica dell'ecologia, organizza a Roma presso il Lanificio 159 una serie di caffè scientifici: incontri per approfondire alcuni temi di scienza in un ambiente informale in cui il pubblico può dialogare liberamente con scienziati e ricercatori. Nei prossimi incontri si parlerà di nascita dell'uomo e delle ragioni per cui non discendiamo dagli scimpanzé (il 9 maggio, con

l'antropologa Olga Rickards e il filosofo della scienza Enrico Bianchini) e di biodiversità, in un incontro dal titolo *Countdown biodiversità. Può l'uomo essere la causa della sesta estinzione?* (il 13 giugno, con l'economista Alessio D'Amato e la biologa Alessandra Somaschini).

L'ingresso ai caffè scienza è gratuito; gli incontri si tengono di domenica dalle 17.30 alle 19.30.

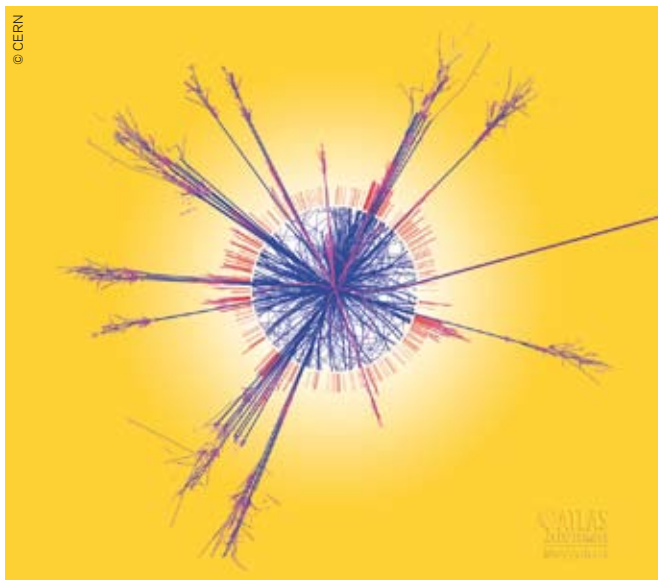
www.gecologia.it

CONCORSI

👥 Diversi e biodiversi

Fino al 31 luglio 2010

In occasione dell'Anno internazionale della biodiversità, il festival Scienzartambiente di Pordenone propone un concorso rivolto a giovani artisti (nati dopo il primo gennaio 1980) con l'obiettivo di promuovere immagini (di varia natura) che narrino e rappresentino la biodiversità nel mondo. Le opere originali dovranno pervenire alla



🌐 Esploratori dell'Universo

Torino, Museo regionale di scienze naturali.

Fino al 7 luglio 2010

Doppio appuntamento "fisico" a Torino in attesa dell'European Science Forum (ESOF) 2010. Il Museo regionale di scienze naturali ospita infatti due mostre che guideranno i visitatori alla scoperta dei segreti dell'Universo e della materia. L'esposizione *La scienza accelera* è organizzata dal CERN di Ginevra e punta a spiegare, anche attraverso proiezioni, giochi interattivi e animazioni, l'evoluzione dell'Universo e gli esperimenti in corso all'LHC, il più grande acceleratore di particelle al mondo, rivelando anche la stretta connessione tra ricerca di base e molte tecnologie quotidiane. *L'invisibile meraviglia*, invece, è promossa dall'INFN (Istituto nazionale di fisica nucleare) e si concentra sulle particelle elementari, proponendo anche incontri virtuali con scienziati che se ne occupano.

www.sif.it/SIF/it/portal/eventi

www.mrsntorino.it

commissione esaminatrice entro il 31 luglio 2010; il vincitore, proclamato entro il 20 settembre successivo, riceverà un premio di 1000 euro. L'opera vincitrice potrà essere usata come immagine ufficiale della XIV edizione del festival, nell'ambito della quale saranno comunque esposti i lavori dei primi 10 classificati. Il bando, con un'utile introduzione sul concetto di biodiversità, si trova online.

www.comune.pordenone.it/scienzartambiente

CORSI E APPROFONDIMENTI

🌐 Scuola estiva di orientamento della Scuola superiore Sant'Anna

Volterra, data da definirsi (giugno/luglio 2010)

Siete iscritti all'ultimo anno delle scuole superiori? Siete studenti brillanti e motivati e avete interesse per le discipline scientifiche, in particolare

nell'ambito delle scienze agrarie, dell'ingegneria e della medicina? Allora potrebbe essere una buona idea concorrere alla partecipazione alla scuola estiva di orientamento della Scuola superiore Sant'Anna di Pisa, quest'anno alla XII edizione. L'appuntamento, che si tiene ogni anno a Volterra, è un'ottima occasione per conoscere l'offerta formativa della Scuola superiore Sant'Anna, attraverso incontri con i suoi docenti universitari, ricercatori e allievi. Oltre che presentare le prospettive dei vari ambiti disciplinari, il corso permette di aumentare le proprie conoscenze sul mondo universitario e stimola strumenti di analisi critica che potranno essere utilizzati già per affrontare l'esame di maturità. La selezione dei partecipanti avviene in base alle segnalazioni avanzate alla scuola dai vari istituti superiori italiani.

www.sssup.it
orientamento.volterra@sssup.it

INIZIATIVE

🌐 In vacanza con la meccanica quantistica

Sopralbuzano, Altopiano del Renon

17-24 luglio 2010

Per la prossima estate l'associazione Asia organizza, nell'ambito delle *Vacances de l'esprit*, un soggiorno in Alto Adige in compagnia del filosofo francese Michel Bitbol, direttore di ricerca al Centro di ricerca in epistemologia applicata di Parigi e docente di filosofia della scienza all'Università Sorbona. Obiettivo di questa singolare vacanza sarà approfondire la conoscenza sulla meccanica quantistica, cercando di superare il pregiudizio di incomprendibilità delle sue leggi e di presentarla piuttosto come svolta per la filosofia della conoscenza. La discussione prenderà il via da un aspetto in particolare: se

la meccanica quantistica ci appare così ostica è perché non assomiglia né alle nostre idee preconcepite di ciò che è una teoria fisica né alla nostra nozione di ciò che significa «conoscere».

www.asia.it

MOSTRE E SPETTACOLI

🌐 Leonardo e la musica meccanica

Milano, Museo nazionale della scienza e della tecnologia

24-25 aprile 2010

Un'originale proposta per il fine settimana del 25 aprile: non solo osservare, ma anche sfiorare e far suonare dal vivo strumenti e oggetti conservati al Museo nazionale della scienza e della tecnologia di Milano, a partire dal tamburo meccanico di Leonardo, ricostruito dall'associazione Musica meccanica di Cesena.

www.museoscienza.org

Al lavoro con ghiacci,
isotopi e palloni radiosonda

LAURA GENONI RACCONTA



Per anni una geologa triestina ha analizzato in laboratorio carote di ghiaccio provenienti dall'Antartide, alla ricerca di indicazioni sul clima passato del pianeta. Poi lei stessa è entrata a far parte di una spedizione scientifica al Polo Sud. Ecco il racconto del suo lavoro tra i ghiacci.

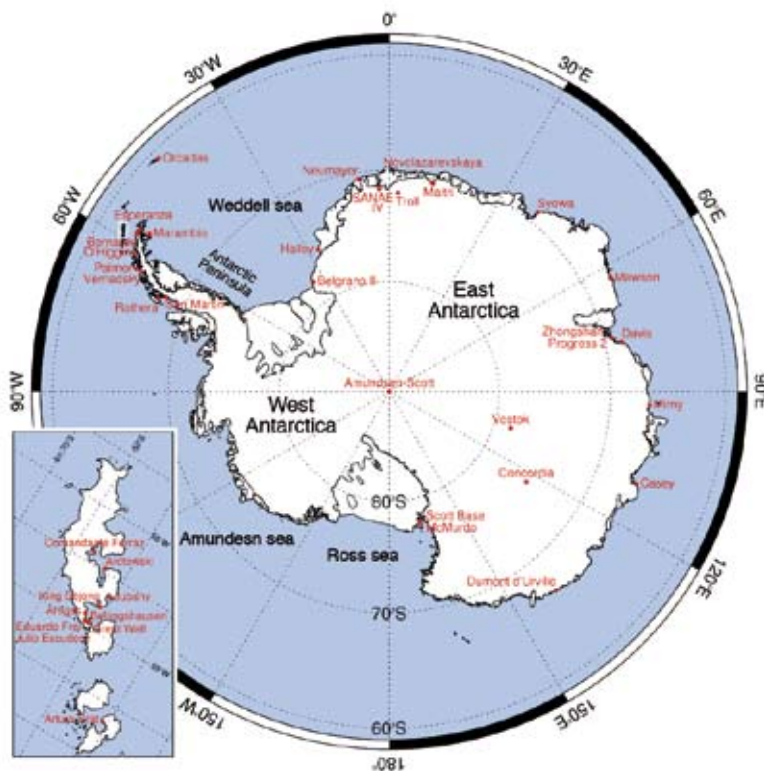


VALENTINA MURELLI

Il 30 dicembre 2009 la geologa Laura Genoni ha finalmente fatto ritorno nella sua casa di Trieste dopo 14 mesi di assenza, passati in uno dei luoghi più incredibili della Terra: l'Antartide. Per più di un anno, in gergo tecnico un *winter over*, la base italo-francese Concordia, a 3200 metri di altezza sul plateau continentale antartico, in località Dome C, è stata la sua abitazione. E anche l'ufficio e il laboratorio dove prepararsi per il lavoro quotidiano sul campo: la raccolta di dati di glaciologia e di fisica dell'atmosfera, fondamentali per gli studi sul clima del pianeta.

In realtà Genoni, che ha 36 anni e lavora con un assegno di ricerca all'Università di Trieste, è specializzata soprattutto in glaciologia – e in particolare nell'analisi degli isotopi che compongono le carote di ghiaccio estratte dalle profondità

➔ **Mapa dell'Antartide.** Sono indicate alcune località e la maggior parte delle stazioni di ricerca. Modificata dal rapporto *Antarctic Climate Change and the Environment* (www.scar.org).



Abbiamo ancora pochi dati a disposizione per tracciare scenari sull'evoluzione del clima antartico: la cosa fondamentale da fare è continuare a raccoglierci, anno dopo anno

antartiche – ma ha dovuto adattarsi al doppio lavoro. Nel 2009, i fondi (di solito già esigui) assegnati per la spedizione dal Piano nazionale di ricerca in Antartide (Pnra) sono stati anche meno del solito e così, invece di due ricercatori, al Polo Sud ne è stato mandato uno soltanto. «Poco male: in situazioni come quella, lontani dalla propria famiglia e dai propri interessi e in convivenza forzata con una decina di sconosciuti, più lavoro c'è e meglio è», commenta Genoni ridendo. Probabilmente, certe giornate a Concordia sono state più dure di quanto traspaia oggi dalle parole della scienziata; comunque, gli inevitabili aspetti difficili dell'esperienza non hanno nemmeno scalfito la sua granitica passione per il lavoro di ricerca.

Genoni, partiamo dalla "routine". Che cosa fa di solito quando è in laboratorio a Trieste?

Mi occupo da tempo di analisi geochimica isotopica di carote di ghiaccio estratte in Antartide. In altre parole, cerco di determinare di quali isotopi dell'ossigeno e dell'idrogeno sono composti i

campioni di ghiaccio. La determinazione si ottiene analizzando il campione con uno strumento particolare, lo spettrometro di massa, e permette, in sostanza, di ricostruire il clima del passato. I vari isotopi di uno stesso elemento chimico differiscono per numero di massa e variano in abbondanza a seconda della temperatura: nei periodi più caldi sono più abbondanti gli isotopi pesanti (per esempio ^{18}O) e nei periodi più freddi quelli leggeri (come ^{16}O). Quindi, in base alla composizione isotopica di un certo campione di ghiaccio depositato in un certo momento geologico posso risalire al clima di quel momento. Il ghiaccio può essere superficiale e dunque recente, oppure molto profondo (antico) e viene raccolto sotto forma di un cilindro di varia lunghezza (carota) da particolari trivelle dette carotieri. La carota più lunga finora estratta in Antartide, proprio a Concordia, è quella ottenuta alcuni anni fa nell'ambito del progetto europeo Epica e misura 3270 metri: l'ultima parte del cilindro conserva le precipitazioni nevose di 800 000 anni fa.

➔ **Laura Genoni.**



📍 La base italo-francese Concordia; è costituita da due torri soprannominate “torre calma” (con le camere, i laboratori e un ospedale) e “torre rumorosa” (con la sala macchine, alcune officine, una palestra, una sala video, la sala da pranzo e un soggiorno).

A che cosa serve sapere che clima c'era così tanto tempo fa?

È un'informazione fondamentale per capire se e come sta cambiando il clima attuale. Prima di ragionare sull'oggi e fare previsioni per il domani bisogna sapere che cosa succedeva ieri. Da una serie di osservazioni sappiamo che il clima della Terra è ciclico, cioè caratterizzato dall'alternanza di glaciazioni e deglaciazioni (periodi più caldi) che sono appunto controllate da fattori ciclici come la rotazione terrestre e l'influenza delle fasi lunari. Solo conoscendo bene i cicli del passato possiamo valutare quanto il clima attuale si discosti dalla media e capire qual è il contributo umano in questo senso. Sicuramente gli esseri umani qualche responsabilità ce l'hanno, ma non è ancora del tutto chiaro quanto ci saremmo avvicinati comunque, in quest'epoca, a un periodo interglaciale particolarmente caldo e quanto invece l'aumento di temperatura osservato sia rafforzato dall'effetto serra provocato dalle nostre attività.

Torniamo alle carote di ghiaccio: come vengono estratte e che cosa succede dopo?

L'estrazione viene eseguita da un'équipe tecnica di

driller (perforatori) specializzati nella gestione di apparecchiature che devono lavorare a temperature straordinariamente basse. Può sembrare un'operazione semplice una volta che si è posizionato il carotiere, ma in realtà estrarre un cilindro come quello di Epica richiede anni, perché si procede prelevando uno o due metri di ghiaccio per volta e si può lavorare solo d'estate. In inverno, con -70 o -80 °C è impossibile farlo. Detto questo, ogni carota estratta nell'ambito di progetti di ricerca europei viene inviata in Germania, all'Istituto per le ricerche polari Alfred Wegener di Bremerhaven, dove è conservata in camera fredda a -22 °C. Qui le carote sono processate, cioè tagliate: prima si fa un taglio longitudinale, separando due metà, una per le analisi e l'altra di riserva. Una metà viene quindi suddivisa in tanti pezzi a seconda del numero di analisi a cui dovrà essere sottoposta. Infatti, oltre alla determinazione isotopica si possono fare su questi campioni altre indagini, sempre con l'obiettivo di ricostruire il clima del passato: ricerca di sedimenti lasciati da eruzioni vulcaniche, cromatografia, analisi chimiche, elettromagnetiche, delle polveri. I campioni sono scongelati solo al momento dell'analisi.

Solo conoscendo bene i cicli del passato possiamo valutare quanto il clima attuale si discosti dalla media e capire qual è il contributo umano in questo senso

SPAZZATURA POLARE

Vivere e lavorare, si sa, significa produrre rifiuti e alla regola non sfuggono ricercatori e tecnici delle basi antartiche. Ma che fine fanno gli scarti prodotti a Concordia? Dipende, ovviamente, dalla loro natura. Molta carta viene incenerita sul posto, mentre i rifiuti inorganici, come gli scarti di lavorazione delle officine, sono sminuzzati da appositi macchinari e compattati in container che vengono trasportati in Australia, dove avviene lo smaltimento. La materia organica, per esempio gli scarti alimentari, viene invece parzialmente convertita alla base in una sorta di concime, poi stivato in appositi contenitori. E per quanto riguarda i rifiuti del corpo? Semplice: la parte solida viene subito incenerita da uno speciale Wc che al posto di far scorrere l'acqua accende una fiamma; quella liquida invece viene rilasciata – tramite un diverso Wc – in un buco nella neve. Anche le attività di ricerca possono lasciare residui: i palloni radiosonda, per esempio, una volta arrivati a una certa quota in atmosfera (25 000 metri per quelli meteo e 35 000 per quelli che misurano l'ozono) scoppiano e i resti (compresa la sonda con tanto di batteria) ricadono sul suolo antartico. Chissà, forse tra qualche anno qualcuno penserà a una campagna di recupero.



JONATHAN ZACCARIA

➔ Un avventuroso momento di lavoro a Dome C.

Durante la sua permanenza a Concordia ha partecipato a carotaggi profondi?

No, non erano previsti. Però ho preso parte a carotaggi superficiali, che arrivano a 1-5 metri di profondità e ogni mese ho eseguito carotaggi manuali (fino a 10 cm) per determinare la densità della neve a partire dal volume e dalla massa del campione. Questo serve a determinare le caratteristiche chimico-fisiche del manto nevoso e a seguirne eventuali variazioni nel tempo. In effetti, si ha il pregiudizio che il clima antartico sia molto stabile e monotono, ma non è esattamente così: una temperatura di -25 °C è molto diversa da una temperatura di -75 °C e passando da una all'altra il manto nevoso superficiale subisce delle trasformazioni. Che, ovviamente, si ricollegano al discorso climatico generale perché è proprio la neve superficiale a sciogliersi in caso di innalzamento di temperatura, non certo il ghiaccio a 3000 metri di profondità. Insomma, è importante raccogliere dati statistici significativi sul manto nevoso per poter valutare eventuali variazioni dalla media.

Oltre che di glaciologia lei si è occupata anche di fisica dell'atmosfera. In che cosa

consisteva il lavoro in questo settore?

Dovevo allestire e controllare gli strumenti per le misure meteorologiche e per le osservazioni dell'ozono e delle radiazioni solari. A Concordia ci sono diverse stazioni meteo, che misurano temperatura, pressione, umidità relativa, direzione e velocità del vento. Dovevo tenerli sotto controllo e poi occuparmi del lancio, ogni sera alle 19:30 (ora locale), di palloni radiosonda che avevano il compito di misurare gli stessi parametri in atmosfera, a varie altezze. Si tratta di palloni di una plastica speciale simile a silicone, gonfiati a elio e ai quali è appesa una sonda che trasmette i dati rilevati a un satellite, il quale a sua volta li ritrasmette alla base. Più che il lancio in sé, a essere impegnativa era la fase preparatoria precedente. Soprattutto in inverno, infatti, per consentire ai palloni di salire in quota mantenendosi elastici nonostante le basse temperature, bisognava immergerli in una speciale miscela di cherosene e olio. Le misure rilevate da queste radiosonde servono sia per caratterizzare meglio l'atmosfera antartica, sia per le previsioni meteo, sempre più importanti da quando, negli ultimi 50 anni, il numero di basi scientifiche in

**VALENTINA MURELLI**

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

Antartide è molto aumentato. Sebbene siano ancora a migliaia di km di distanza l'una dall'altra, c'è un certo traffico aereo e conoscere le condizioni meteo è fondamentale per gli spostamenti.

E per quanto riguarda l'ozono?

Facevo sostanzialmente la stessa cosa, cioè lanciavo (una volta al mese, però, non ogni giorno) un pallone radiosonda in grado di rilevarne la concentrazione nell'atmosfera antartica. Le uniche differenze stavano nel tipo di sonda utilizzata e nelle dimensioni del pallone, molto più grande e pesante di quello per le misure meteo. In effetti mi aiutava a lanciarlo una collega francese.

Che cosa ci può dire invece dell'attività di misura della radiazione solare? A che cosa serve?

A Dome C è installata una struttura in grado di rilevare e misurare le varie componenti della radiazione solare (diretta, assorbita, riflessa e diffusa) e della radiazione termica emessa dal pianeta. La stazione di misurazione appartiene all'Istituto di scienze dell'atmosfera e del clima del Cnr di Bologna e fa parte di una rete distribuita su tutto il pianeta (solo in Antartide ce ne sono altre tre). Il progetto per il quale ho lavorato prevede il monitoraggio delle variazioni della radiazione

solare e termica al variare delle condizioni di nuvolosità e del pulviscolo atmosferico. Questo serve da un lato a conoscere meglio le caratteristiche della radiazione solare e dall'altro a fornire dati sempre più accurati da utilizzare per la validazione di modelli informatici del clima.

L'analisi dei dati raccolti a Concordia è appena cominciata e ci vorrà tempo per i risultati. Ci può però anticipare qualcosa? Si è già fatta un'idea di quello che succede in Antartide dal punto di vista climatico?

Posso dire di aver constatato un leggero aumento delle temperature rispetto ad anni precedenti, ma anche un lieve aumento dell'intensità dei venti, che tendono sporadicamente ad abbassare le temperature. Ho notato anche un lieve aumento delle precipitazioni, un'osservazione che si inserisce in un dibattito importante della comunità scientifica, che si interroga da tempo su come un eventuale riscaldamento globale possa incidere sulle precipitazioni nevose in Antartide. L'idea è che l'innalzamento di temperatura generi un aumento di vapore d'acqua in atmosfera e questo, a sua volta, un aumento delle neviccate. A proposito, non dobbiamo immaginare le neviccate in Antartide come quelle che vediamo qui: si tratta piuttosto di condensazione immediata del vapore d'acqua in ghiaccio. La situazione climatica generale in



🕒 Il lancio di un pallone radiosonda per rilevazioni meteo.
 ⬇️ Una porzione della carota del progetto Epica, la più lunga carota di ghiaccio estratta in Antartide (3270 m).



IN RETE!

Diario dal Polo Dal 14 dicembre 2009 al 24 febbraio 2010 un gruppo di ricercatori (tra cui alcuni italiani) del Byrd Polar Research Center di Columbus, in Ohio, è stato sulla Penisola Antartica a raccogliere campioni di ghiaccio per analisi climatologiche. Si può seguire il blog della spedizione sul Web. www.progettosmilla.it/2/category/larissa

Progetto Smilla Sito di divulgazione e didattica sulla ricerca scientifica in Antartide, ideato dal docente trentino Matteo Cattadori. Offre validi spunti didattici, spesso accompagnati da schede operative. Ci si può anche mettere in contatto con una rete di "smilla-insegnanti" per organizzare approfondimenti nella propria scuola o visite guidate nei centri italiani di ricerca sull'Antartide. www.progettosmilla.it

Tutto sull'Antartide Notizie scientifiche, risorse per docenti, gallerie di immagini e di video, cifre e dati: c'è davvero di tutto, a diversi livelli di complessità, in questo sito del British Antarctic Survey. www.antarctica.ac.uk

I segreti del clima antartico Sito web (in inglese) del progetto didattico Flexhibit, nato a partire dal progetto internazionale di ricerca scientifica Andrill. Presenta una ricca varietà di materiali per approfondimenti e per attività didattiche hands-on (raccolti anche in un manuale scaricabile), oltre a numerosi video podcast. L'obiettivo è riuscire a far organizzare agli studenti una vera e propria mostra sull'Antartide. www.andrill.org/flexhibit

Anno polare internazionale Sito web, ancora attivo, dell'iniziativa che si è svolta tra 2007 e 2008. Vi si trovano materiali di approfondimento (in inglese), aggiornamenti sullo stato della ricerca e segnalazioni di appuntamenti internazionali. www.ipy.org

Ghiacci al museo Sito del museo nazionale dell'Antartide. Anche in questo caso, approfondimenti, gallerie e contatti. www.mna.it

Antartide non è chiarissima: si sono registrate fusioni di ghiacci nella zona occidentale, in corrispondenza della Penisola Antartica, mentre quella orientale non ha ancora dato segnali di questo tipo. Tutto sommato abbiamo ancora pochi dati a disposizione per tracciare scenari sull'evoluzione del clima antartico: la cosa fondamentale da fare è continuare a raccoglierci, anno dopo anno.

Per questo, però, occorrono fondi. Com'è la situazione italiana in proposito?

Negli ultimi anni i fondi statali per l'ente Pnra, il Programma nazionale di ricerca in Antartide, si sono ridotti progressivamente, toccando un minimo storico proprio nel 2009. Basti pensare che Concordia è una base italo-francese, ma durante il mio soggiorno eravamo tre italiani "contro" nove francesi. Quest'anno va un po' meglio, ma il fatto è che non si riesce mai a fare affidamento su finanziamenti di ampio respiro, che coprano più anni, e una spedizione in Antartide richiede una programmazione di almeno un paio d'anni. Credo però che gli scarsi fondi statali non siano l'unico problema. Da un lato, devo confessare che a volte i fondi vengono gestiti in maniera superficiale, con sprechi che potrebbero benissimo essere evitati. Dall'altro, bisognerebbe forse ripensare allo status di gestione del Pnra, in

modo da consentirgli anche l'accesso a finanziamenti privati. In ogni caso una soluzione va trovata. E non solo per garantire una certa sicurezza a chi lavora nel settore (io, per esempio, non so ancora se il mio assegno di ricerca verrà rinnovato): i dati raccolti nelle spedizioni antartiche sono fondamentali per capire il clima del pianeta e la sua evoluzione ma per essere significativi devono avere continuità. Non ha senso raccoglierci per un anno, e poi magari saltare i due anni successivi.

Per chiudere un giudizio complessivo sulla sua esperienza polare...

Ho lavorato per otto anni con in testa questo obiettivo: spiegare a parole che cosa è stata per me l'esperienza a Concordia non è facile. Sono stata un anno a fare ogni giorno esattamente quello che mi piace fare, per di più immersa in un ambiente straordinario, davvero unico. C'è un silenzio che non si trova in nessun altro posto al mondo, e un cielo stellato che di solito si vede solo sui libri. L'inquinamento luminoso è praticamente assente e l'atmosfera così rarefatta che si possono osservare stelle per vedere le quali in genere occorre un telescopio. Certo, non è tutto semplice, a partire dalla questione della convivenza: da questo punto di vista è come trovarsi in una classe in cui non suona mai la campanella della fine delle lezioni. 🕒



Un passo in avanti

L'ANTARTIDE PROTETTO DAL BUCO NELL'OZONO

Per ora i cambiamenti registrati sono stati pochi, ma la situazione potrebbe modificarsi velocemente in futuro. Ecco, in breve, che cosa sta accadendo in Antartide rispetto al fenomeno del riscaldamento globale, come descritto in un rapporto pubblicato di recente da un gruppo internazionale di esperti dello Scar, Scientific Committee on Antarctic Research (scaricabile integralmente, in inglese, al sito www.scar.org). Il rapporto segue di alcuni anni un analogo documento stilato per l'Artide, che metteva in luce effetti considerevoli del riscaldamento globale al Nord: da consistenti scioglimenti dei ghiacci alla sofferenza di alcune specie animali (pesci, uccelli, foche, fino ad arrivare ai grandi predatori come gli orsi bianchi). Le osservazioni dello Scar, invece, fotografano in Antartide una situazione contraddittoria: in alcune regioni, e specialmente nella Penisola Antartica, la temperatura sia a terra sia in acqua sta aumentando, i ghiacci hanno cominciato a sciogliersi e alcuni animali (il krill, ma anche i pinguini) si stanno spostando verso zone più fredde. In altre regioni, in particolare intorno al mare di

Ross, al contrario, le temperature scendono e i ghiacci si ispessiscono.

Nel complesso l'Antartide appare più protetto e secondo gli esperti il merito andrebbe, paradossalmente, a un fenomeno negativo, e cioè l'assottigliamento dello strato di ozono in atmosfera. La presenza del buco, infatti, ha comportato un raffreddamento delle porzioni inferiori della stratosfera e questo ha portato a un'intensificazione dei venti circumpolari, che agiscono come una barriera rispetto all'aria calda, isolando l'Antartide. Grazie agli impegni assunti a livello internazionale in seguito alla definizione del protocollo di Montreal, tuttavia, il buco si sta lentamente chiudendo (obiettivo peraltro auspicabile per validissime ragioni). Il rischio, dunque, è che nei prossimi anni anche l'Antartide potrà andare incontro a cambiamenti più significativi, se non verranno prese le giuste misure di contenimento dei gas serra. A loro volta, questi cambiamenti potrebbero avere conseguenze a catena sul clima di tutto il pianeta, modulato anche dalle correnti oceaniche profonde, alle quali contribuiscono in maniera determinante proprio le acque dell'Oceano Antartico.

Il rapporto dello Scar in 10 punti

Il buco nello strato di ozono ha protetto la maggior parte dell'Antartide dagli effetti del fenomeno di riscaldamento globale.

Il riscaldamento dell'Oceano Antartico (o Meridionale) potrà causare profondi cambiamenti nell'ecosistema antartico, con l'ingresso di specie invasive.

C'è stato un significativo incremento della presenza di comunità vegetali (anche aliene) nella Penisola Antartica.

Alcune porzioni dell'Antartide sono andate incontro a una rapida perdita di ghiacci, in particolare nella zona occidentale e nella Penisola Antartica.

A partire dal 1980 si è registrato un aumento del 10% dello strato di ghiaccio marino posto attorno all'Antartide, in particolare nella regione del mare di Ross.

Le concentrazioni atmosferiche di diossido di carbonio e di metano sono ai livelli più alti stimati negli ultimi 800 000 anni.

La perdita di ghiacci registrata in alcune zone ha causato effetti diretti sul krill e su alcune popolazioni di pinguini, che si sono ridotte.

Si prevede un riscaldamento dell'Antartide di 3°C entro il 2100, in concomitanza con la chiusura del buco nello strato di ozono.

Lo scioglimento di ghiacci nella zona occidentale dell'Antartico sarà probabilmente responsabile di un innalzamento di alcune decine di centimetri (fino a 1,4 m) del livello del mare entro il 2100.

È necessario intensificare la raccolta di dati scientifici in Antartide e gli studi sul clima del passato per migliorare l'affidabilità dei modelli informatici sui processi climatici polari.

FONTE: COMUNICATO STAMPA SCAR PER IL RILASCIO DEL RAPPORTO *ANTARCTIC CLIMATE CHANGE AND THE ENVIRONMENT* (WWW.SCAR.ORG).



Ora tocca a te

DOMANDE E ATTIVITÀ

1. Artide e Antartide vengono spesso considerate regioni geografiche simili, ma in realtà presentano molte differenze. Elenca in una tabella a due colonne queste differenze, tenendo conto di aspetti geografici, climatici ed ecologici (flora, fauna e insediamenti umani).

2. Nell'articolo vengono menzionate due tecniche sperimentali particolari: spettrometria di massa e cromatografia. Dopo una ricerca su Internet o in biblioteca e con l'aiuto dell'insegnante prova a tracciare uno schema che spieghi di che cosa si tratta. In quali ambiti scientifici vengono comunemente utilizzate queste tecniche? Proponi alcuni esempi.

3. Gran parte delle carote di ghiaccio estratte in Antartide viene inviata all'Istituto per la ricerca polare Alfred Wegener di Bremerhaven. Chi era Alfred Wegener? Effettua una ricerca e prepara una breve presentazione con informazioni sulla sua biografia e sui suoi principali contributi scientifici, soffermandoti in particolare sulla teoria della deriva dei continenti. Sulla base di quali indizi Wegener propose questa teoria?

4. La temperatura sul nostro pianeta è il risultato di un equilibrio tra il calore proveniente dal Sole, quello prodotto dalla Terra stessa e le loro relative dispersioni. Cerca sul tuo libro di geografia generale o in Internet uno schema del bilancio termico della Terra e commentalo in forma scritta.

5. Che cos'è l'ozono? Perché la presenza di uno strato di ozono in atmosfera è fondamentale per la vita sulla Terra? Che cosa stabiliva il protocollo di Montreal a proposito delle sostanze dannose per questo strato?

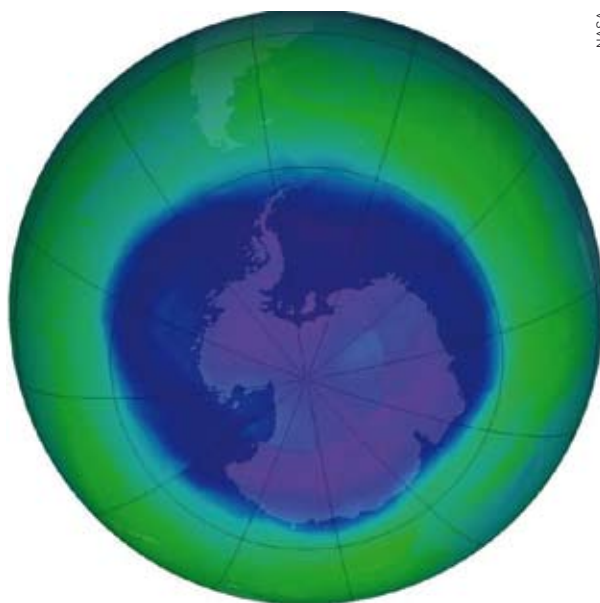
6. Cerca sul tuo libro di geografia generale o su Internet uno schema del modello "a nastro trasportatore" della corrente oceanica e commentalo, soffermandoti sul suo contributo al clima globale della Terra.

➔ **Un modello del buco nell'ozono sopra l'Antartide, nel momento di massima espansione registrata nel 2008. Il 12 settembre di quell'anno il buco, ritenuto "mediamente grande" dagli esperti, misurava oltre 27 milioni di km².**

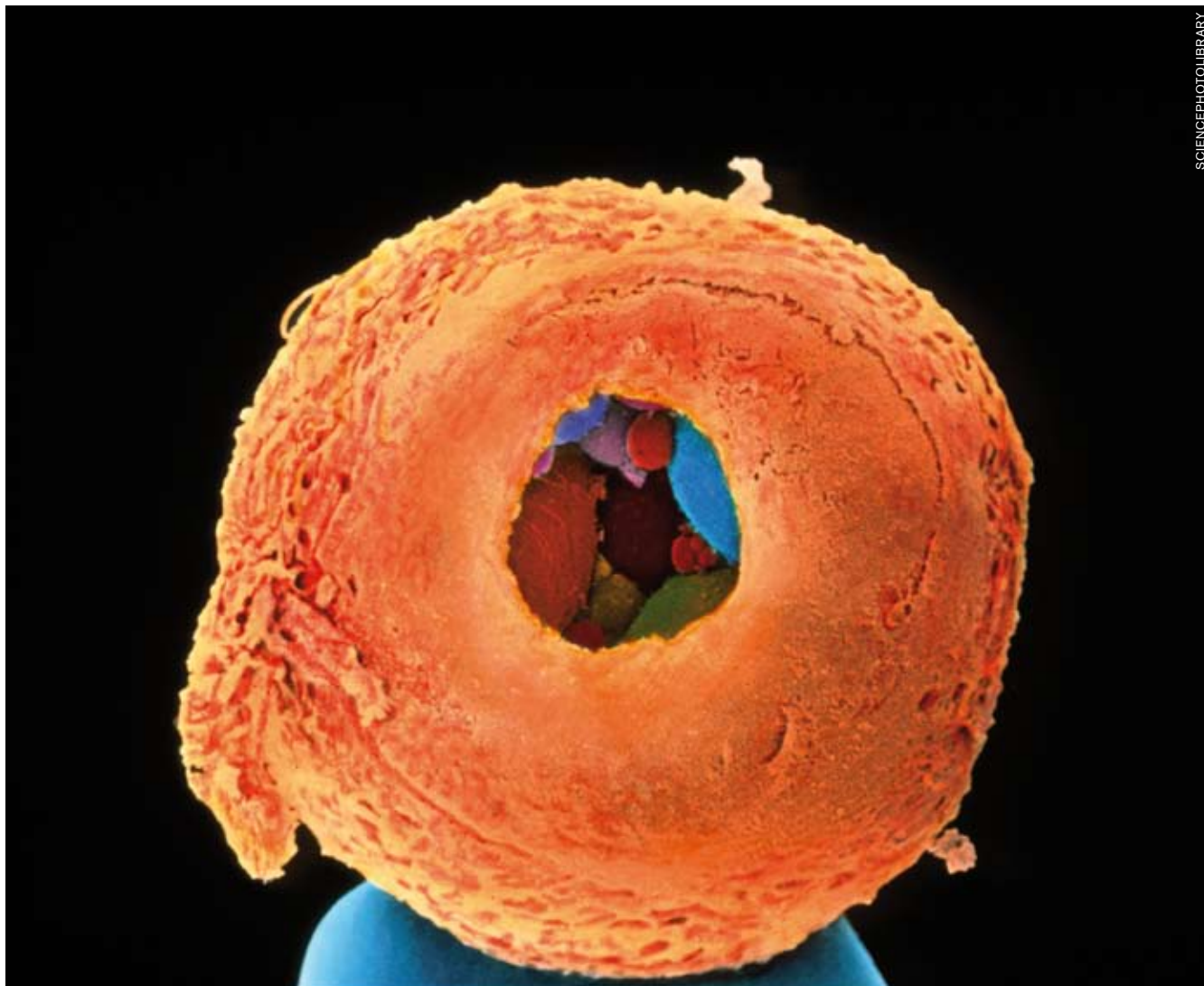
SCIENZA E SOCIETÀ

L'Antartide non è meta soltanto di spedizioni scientifiche: nel 2007/2008 sono stati oltre 46 000 i turisti che hanno deciso di passare una vacanza al Polo Sud (www.antarctica.ac.uk/about_antarctica/tourism) e la tendenza è in crescita. Per alcuni si tratta di un'eccellente occasione per sensibilizzare l'opinione pubblica sulla bellezza, la ricchezza biologica e la fragilità di uno degli ambienti più straordinari della Terra. Per altri, invece, si tratta soprattutto di un rischio ambientale: navi e visitatori portano inquinamento, recano disturbo agli organismi residenti e rischiano di trasferire specie invasive provenienti dai loro paesi d'origine. Per ora, il turismo antartico è gestito da operatori che aderiscono a un'associazione internazionale fondata nel 1991 (International Association of Antarctica Tour Operators, Iaato) con l'obiettivo di promuovere viaggi responsabili dal punto di vista ambientale ed ecologico. Con un gruppo di compagni fai una ricerca su Internet sulla storia del turismo in Antartide e sulle diverse posizioni in proposito. Esponete i risultati del vostro lavoro alla classe con una presentazione digitale, provando a riflettere sui seguenti aspetti:

- Per chi può essere vantaggioso il fiorire di un'industria del turismo in Antartide? Per quali motivi?
- Quali possono essere in Antartide i rischi ambientali legati al turismo? Come possono essere ridotti?
- Secondo voi l'accesso di turisti a luoghi naturalisticamente rilevanti come l'Antartide dovrebbe essere libero oppure regolato (e in che modo)?



NASA



SCIENCEPHOTO LIBRARY

Oltre Darwin. Verso una nuova forma di evoluzione

Clonazione, cellule staminali, manipolazione genetica: cresce di giorno in giorno la possibilità per gli esseri umani di intervenire sul proprio patrimonio genetico e su quello delle generazioni future. E mentre la tecnologia avanza, la bioetica si interroga.

📍 Fotografia al microscopio elettronico a scansione di un embrione umano di 8 cellule, analizzato nell'ambito di una procedura di diagnosi preimpianto. L'embrione è avvolto da una strato protettivo in cui è stata praticata un'apertura per accedere alle cellule da analizzare.



ANDREA BATTISTON



Ci troviamo oggi dinnanzi alla possibilità di modificare direttamente il nostro patrimonio genetico, e con esso, secondo alcuni, la nostra stessa natura

L'evoluzione dei viventi avviene attraverso un processo di selezione detta naturale. L'espressione "selezione naturale" fu introdotta per la prima volta da Charles Darwin nel 1859 nel suo libro seminale *On the Origin of the Species (Sull'Origine delle Specie)*. Darwin riconobbe e propose alla comunità scientifica il meccanismo alla base dell'evoluzione, cioè la trasmissione preferenziale, di generazione in generazione, di variazioni genetiche vantaggiose per la sopravvivenza e, in particolare, per i processi di competizione con altri membri della propria e di altre specie. Queste variazioni genetiche sono generate casualmente e sono trasmesse in modo preferenziale dal momento che contribuiscono ad aumentare la probabilità con cui l'organismo che le possiede ed è in grado di trasmetterle raggiunge l'età fertile e si riproduce. Singole variazioni possono combinarsi con altre fino a portare a veri e propri sconvolgimenti nelle caratteristiche delle specie, negli equilibri tra specie diverse e, più in generale, nel rapporto tra specie e ambiente.

Una specie unica, capace di modificare sé stessa

La specie umana fino a oggi non ha rappresentato una singolarità in senso stretto nel processo di selezione naturale, o darwiniana, benché sia evidente la sua tendenza a opporsi in vari modi a questo processo (basti pensare allo sviluppo della medicina). Evolviamo nello stesso modo in cui evolvono le altre specie, tesi verso un obiettivo primario che è quello della riproduzione. Da un punto di vista strettamente biologico siamo tutt'altro che perfetti: superata l'età più adatta alla procreazione, i difetti minori nel nostro DNA, in combinazione con la limitata capacità e precisione di duplicazione delle cellule, contribuiscono inevitabilmente al nostro declino. Anche in questo non siamo dissimili da tutte le altre specie. Eppure, siamo anche

fondamentalmente diversi. Qualcosa di notevole è avvenuto in modo graduale nella nostra evoluzione più recente, qualcosa che trae origine da un'ennesima combinazione di mutazioni genetiche favorevoli che ci ha dotato della capacità di riflettere, di astrarre, di immaginare, e ci ha consentito di dare vita a una complessa evoluzione culturale, di modificare in modo fondamentale non solo il mondo che ci circonda, ma noi stessi. Grazie a questa singolarità ci troviamo oggi dinnanzi alla possibilità di modificare direttamente il nostro patrimonio genetico, e con esso, secondo alcuni, la nostra stessa natura.

Le promesse delle cellule staminali

Alcune biotecnologie hanno raggiunto negli ultimi dieci anni risultati straordinari per la possibile cura, in futuro, di un numero pressoché illimitato di malattie e disabilità, alimentando al contempo un acceso dibattito tra gli esperti di bioetica. La prima è quella di selezione, duplicazione controllata e successivo utilizzo di cellule staminali per sostituire cellule danneggiate; la seconda è quella della clonazione; la terza raccoglie tutta una serie di approcci volti a selezionare combinazioni genetiche più favorevoli o a modificare in modo specifico cromosomi e geni responsabili di caratteristiche indesiderate.

Le staminali sono cellule indifferenziate capaci di specializzarsi in cicli successivi di duplicazione. Le cellule staminali embrionali sono quelle che permettono a un embrione di trasformarsi in un organismo completo, dando origine a tutti i diversi tipi di organi e tessuti. Piccole popolazioni di staminali restano presenti anche nella vita adulta: queste cellule, però, possono dare origine solo a un numero limitato di tessuti. I risultati di diversi studi suggeriscono che le cellule staminali possano essere utilizzate per sostenere le funzioni di tessuti e organi danneggiati, o addirittura per sostituirli. La speranza è che terapie a base di staminali possano aiutare, in

futuro, a curare malattie devastanti e ora incurabili come l'infarto, l'ictus, il diabete, il morbo di Parkinson.

Alcune sperimentazioni cliniche hanno dato risultati incoraggianti in questo senso, ma la strada verso un'applicazione clinica su larga scala è ancora lunga. Del resto, il loro impiego pone alcuni problemi non indifferenti. Per molte applicazioni, per esempio, l'utilizzo di staminali adulte è limitato per le difficoltà che si incontrano sia nell'individuare e raccogliere sia nel mantenerle in laboratorio. Una via più facilmente percorribile dal punto di vista tecnico potrebbe essere l'utilizzo di cellule staminali ottenute da embrioni (procedura che però ne comporta la distruzione). Al momento, la maggior parte degli studi è volta da un lato alla comprensione dei meccanismi e degli stimoli necessari per guidare nella direzione voluta la specializzazione delle cellule staminali di origine embrionale e dall'altro alla riprogrammazione di cellule staminali adulte allo stadio di staminali di tipo embrionale, completamente indifferenziate (cellule Ips).

Clonazione e miglioramento genetico

La clonazione è una tecnica che consente la duplicazione via riproduzione asessuata sia di singole cellule sia di interi organismi, che dunque possiedono le stesse informazioni genetiche dell'organismo di partenza. Se la clonazione umana è vietata in quasi tutti i Paesi del mondo [1], sia per scopi



terapeutici sia per scopi riproduttivi, la clonazione di altre specie non lo è. Il caso più famoso è quello della pecora Dolly, clonata nel 1996 dal team di Ian Wilmut, del centro di medicina rigenerativa dell'Università di Edimburgo.

La clonazione può essere utilizzata anche per duplicare cellule staminali, in modo da aumentarne il numero e renderle più ampiamente disponibili per gli scopi di miglioramento descritti.

La selezione o la modificazione di geni specifici attraverso tecniche di ingegneria genetica sono studiate in modo primario con lo scopo di eradicare caratteristiche geneticamente trasmissibili indesiderate e pericolose, per esempio mutazioni responsabili di malattie oppure in grado di predisporre all'insorgenza di malattie. In teoria, questi approcci potrebbero portare alla creazione di individui geneticamente modificati attraverso l'alterazione del patrimonio genetico dei gameti (ovociti e/o spermatozoi) dei loro genitori: in questo modo, si introdurrebbero artificialmente variazioni genetiche trasmissibili per normale riproduzione sessuale alle generazioni successive. Una cosa analoga succede già oggi con i

cosiddetti organismi geneticamente modificati, sia vegetali sia animali.

Posizioni contrapposte: bioconservatori e bioliberali

Le applicazioni delle tecniche di clonazione e modificazione genetica, anche in combinazione con l'utilizzo delle cellule staminali, appaiono oggi pressochè illimitate, il che mostra quanto siamo già vicini alla possibilità di intervenire nel processo di evoluzione darwiniana. Ma da un punto di vista etico fino a che limite è accettabile o addirittura desiderabile spingersi nella loro sperimentazione e applicazione, e su quali considerazioni si basa tale giudizio? Quali sono le opinioni a riguardo degli esperti di bioetica? Per motivi di chiarezza, certo introducendo inevitabili generalizzazioni, raggrupperò le diverse posizioni in due categorie: una sostanzialmente contraria a tecniche di miglioramento genetico, che definirò bioconservatrice, e una favorevole, che chiamerò bioliberali. Di seguito cercherò di descrivere e discutere le posizioni delle due categorie in relazione ad alcune delle questioni più dibattute.

Manipolazione genetica e natura umana

Alcuni esponenti della posizione bioconservatrice sostengono la corrispondenza tra il genoma umano attuale, ossia il nostro patrimonio genetico per come è evoluto fino a oggi, e la natura umana, definita come quell'insieme di caratteristiche che rimangono se spogliamo un essere umano di ogni elemento, sociale, culturale o altro, che lo rende dissimile dagli altri. Cambiare il genoma anche solo di alcuni significherebbe creare una rottura all'interno della nostra specie che comprometterebbe la stessa natura umana. Tra i sostenitori di questa posizione troviamo il filosofo e politologo Francis Fukuyama (già presidente, negli Usa, della Commissione sulla bioetica fondata da George W. Bush nel 2001 e sciolta nel 2009 dal suo successore Barack Obama).

La risposta bioliberali a tale posizione, promossa per esempio dai bioeticisti britannici Jonathan Glover (del King's College di Londra) e John Harris (dell'Università di Manchester) è che non esiste una caratteristica identificabile



GIOVANNA LAZZARI / AVANTEA

✔ A sinistra la puledra Prometea, il primo cavallo clonato al mondo; sotto tre cloni del toro frisone Mtoto. I tori e la cavalla sono stati clonati dall'équipe di Cesare Galli, del Laboratorio di tecnologie della riproduzione Avantea di Cremona.



GIOVANNA LAZZARI / AVANTEA



comune a tutti gli uomini. E, se esistesse, essa dovrebbe avere una precisa collocazione all'interno del genoma umano e dovrebbe quindi essere per sua stessa natura mutevole, destinata a evolvere con il genoma sotto la spinta irrefrenabile dell'evoluzione darwiniana. John Harris sottolinea un'ulteriore incongruenza, a suo avviso, nelle posizioni di Fukuyama e di altri bioconservatori: l'unico modo per perpetuare la natura umana "attuale" sarebbe la clonazione che, se si tralasciano gli inevitabili errori di ricopiatura genetica, garantirebbe la ripetizione illimitata delle caratteristiche del genoma di oggi. Non si spiega quindi, secondo Harris, come la posizione bioconservatrice di Fukuyama possa allo stesso tempo riconoscere una natura umana genetica "attuale" e negare l'unico modo disponibile per perpetuarla. Un'altra questione etica fondamentale è se la conservazione di una supposta natura umana legata al genoma attuale debba essere motivo sufficiente per rinunciare alla possibilità di migliorare la qualità della vita di persone che soffrono a causa di difetti genetici.

Manipolazione genetica e discriminazione

La posizione bioconservatrice tende a sottolineare come la modificazione genetica comporterà vari gradi di discriminazione, anzitutto nei confronti di chi non potrà avere accesso alla modificazione stessa, per esempio per motivi economici, ma anche nei confronti di chi dovrà subirla senza aver avuto possibilità di scelta, come nel caso dei bambini o delle generazioni future che erediteranno un DNA manipolato. La visione bioliberalista tende a ritenere le forme di discriminazione citate sopra come inevitabili, ma non come una novità specifica introdotta dalla manipolazione genetica. La discriminazione economica è già presente oggi per ogni nuova tecnica medica costosa, la cui introduzione in un mercato ristretto rappresenta il primo passo necessario per renderla disponibile a tutti. E analoghe considerazioni valgono per la discriminazione nei confronti dei bambini e delle generazioni future. Da sempre, infatti, i genitori scelgono per i propri figli (sperabilmente per il loro bene), per esempio determinandone il DNA tramite la scelta del proprio partner,

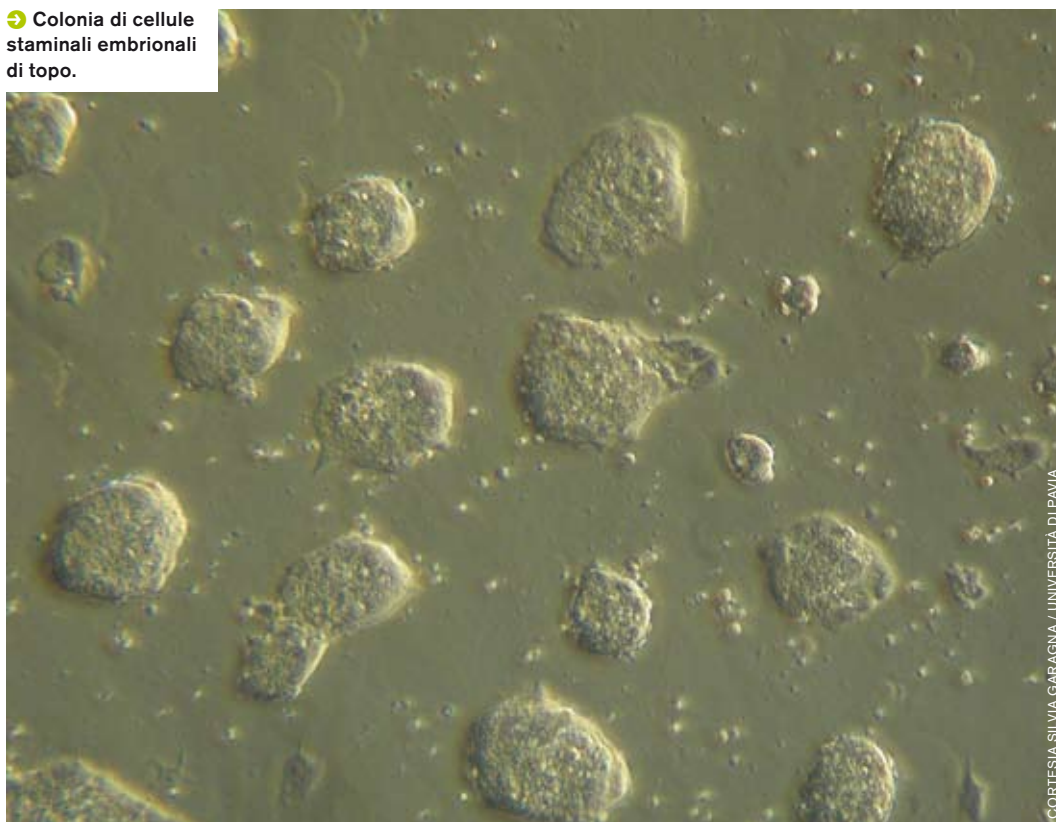
oppure stabilendo se sottoporli o meno a vaccinazioni.

La manipolazione genetica è vista da alcuni anche come una possibile forma di discriminazione nei confronti dei disabili, laddove secondo le intenzioni bioliberali il suo scopo sarebbe invece quello di eliminare le disabilità, e non certo i disabili. John Harris sottolinea che ogni vita ha la stessa dignità e ha diritto all'identica considerazione; questo però non significa che una vita senza malattie o disabilità non sia da preferirsi.

La questione degli embrioni

La maggior parte dei bioconservatori si oppone in linea di principio sia all'utilizzo di cellule staminali ottenute da embrioni, anche da quelli che sarebbero comunque destinati a essere eliminati per decisione dei genitori biologici (la maggior parte degli embrioni utilizzati a questo scopo proviene da fecondazione assistita), sia alle tecniche di selezione embrionale. Si tratta, in quest'ultimo caso, di tecniche applicabili a embrioni ottenuti in seguito a fecondazione *in vitro*, il cui DNA e i cui cromosomi vengono analizzati per individuare eventuali mutazioni

➔ **Colonia di cellule staminali embrionali di topo.**



CORTESIA SILVIA GARAGNA / UNIVERSITÀ DI PAVIA

I rischi non sono insiti solo nella scelta di aprire e percorrere strade nuove, ma anche in quella di non farlo

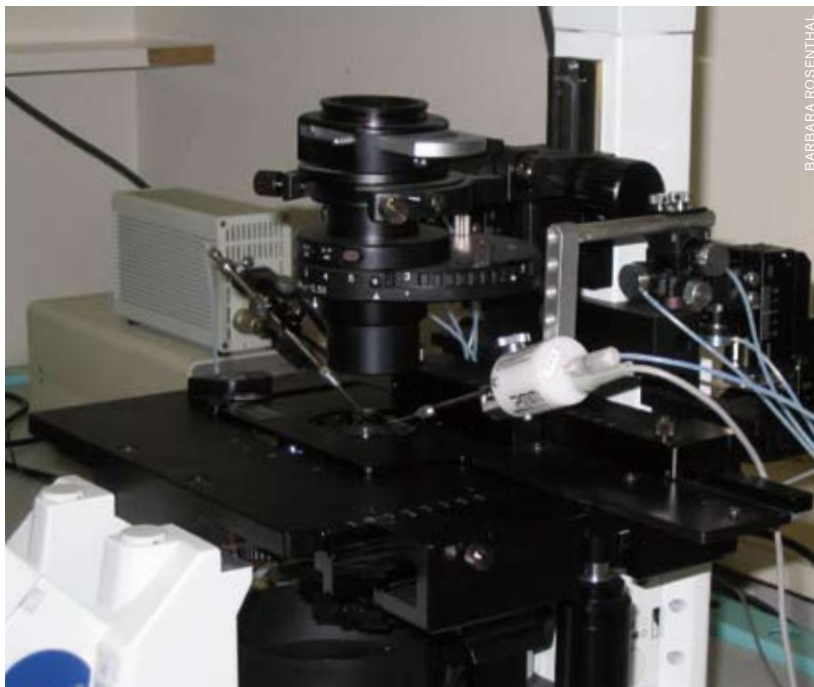


➔ **Microscopio associato a un micromanipolatore, uno strumento utilizzato per posizionare e manovrare oggetti microscopici (per esempio cellule). È indispensabile per molti studi di biologia cellulare e in particolare per iniettare materiale genetico nelle cellule.**

responsabili di malattie. In questo modo, si possono selezionare e impiantare in utero solo gli embrioni privi di queste mutazioni, e quindi non soggetti a sviluppare quelle particolari malattie. Una parte minore di bioconservatori è del tutto contraria alla fecondazione *in vitro* generale.

In questo caso la principale spaccatura tra bioconservatori e bioliberali risiede nel fatto di considerare o meno un embrione un essere umano a tutti gli effetti. Chi ritiene che la vita di un embrione abbia la stessa dignità di quella di un essere umano non può accettare forme di selezione genetica. La posizione biolibérale (John Harris in questo caso), al contrario, considera un embrione semplicemente come uno stadio più avanzato di uno spermatozoo, di un ovocita o, addirittura, di qualsiasi altra cellula che possa essere utilizzata come elemento di partenza per la clonazione, nel percorso di sviluppo che porta a un essere umano. Una questione irrisolta è se esista uno stadio preciso in questo processo di sviluppo in cui la vita diventa inviolabile.

L'approccio biolibérale sulla selezione di embrioni è di tipo pratico, e spesso si basa sulla similitudine con il processo naturale. Se un embrione ha dignità umana, ognuno di noi in media ha avuto almeno tre fratelli mai nati, embrioni che sono stati concepiti da nostra madre ma che, per varie ragioni fisiologiche, non hanno raggiunto il mese di vita intrauterina e sono stati eliminati, spesso senza nemmeno essere notati. Per molti esponenti bioliberali la selezione embrionale dal punto di vista etico non sarebbe molto dissimile da quanto avviene già in natura in tutte le specie. Potrebbe tuttavia essere più efficace e mirata, evitando sofferenze inutili. Resta comunque il problema di definire in base a quali principi possa essere effettuata la



selezione e a chi spetti la responsabilità della scelta.

Circa l'utilizzo di cellule staminali da embrioni destinati comunque a non essere impiantati, la posizione biolibérale è favorevole e non riconosce nemmeno una ragione di discussione.

L'effetto sulle generazioni future

Abbiamo il diritto di togliere alle generazioni future la possibilità di essere il frutto di una pura evoluzione darwiniana, come lo siamo stati noi? Non dovremmo limitarci a interventi genetici non trasmissibili?

Le opinioni circa la responsabilità nei confronti delle generazioni future sono tra le più varie. Come discusso sopra, la posizione liberale sostiene l'inevitabilità per i genitori di dover decidere per i propri figli ed è convinta che la scelta di usare applicazioni biotecnologiche, se a fin di bene e con rischi accettabili, sia desiderabile. Trasmettere modificazioni utili direttamente ai propri figli, per esempio modificando le cellule germinali in modo da eliminare difetti genetici associati a malattie, sarebbe una scelta efficiente, che consentirebbe di ridurre disabilità e sofferenze.

Anche in questo caso resta il problema di determinare quali siano i rischi accettabili, che cosa sia giustificabile, e a chi spettino tali decisioni.

Una questione specifica legata alla responsabilità verso le generazioni future riguarda i rischi di sovrappopolazione e di competizione squilibrata che potrebbero derivare dalle tecniche di manipolazione genetica. Non si muore di vecchiaia ma di malattie legate alla vecchiaia. Con l'applicazione clinica delle biotecnologie c'è da aspettarsi che la lunghezza media della vita crescerà in modo impressionante e che saremo in grado di restare efficienti e produttivi molto più a lungo. Se da un lato potremmo pesare meno di quanto facciamo oggi sulle nuove generazioni, dall'altro potremmo rappresentare una concorrenza sleale nei confronti dei più giovani. E allora, quali prospettive e risorse rimarranno disponibili per le generazioni future? E non esiste un rischio concreto di sovrappopolazione? Credo che nessuna delle due posizioni, bioconservatrice e biolibérale, al momento, sia in grado di fornire risposte soddisfacenti a queste domande.

L'aspetto spirituale

Un'obiezione comune a interventi deliberati per modificare il patrimonio genetico è l'idea che il genoma e l'evoluzione darwiniana siano elementi naturali, e che non sia competenza e diritto dell'uomo influenzarli. Questa posizione può essere abbracciata

PER APPROFONDIRE



- L.M. Silver, *Challenging nature. The clash between biotechnology and spirituality*, HarperCollins Publishers, New York 2006.
- J. Harris, *Enhancing evolution. The ethical case for making better people*, Princeton University Press, Princeton 2007.
- F. Fukuyama, *L'uomo oltre l'uomo. Le conseguenze della rivoluzione tecnologica*, Mondadori, Milano 2002.
- J. Habermas, *Il futuro della natura umana. I rischi di una genetica liberale*, Einaudi, Torino 2002.
- J. Glover, *Choosing children*, Clarendon Press, Oxford 2006.
- R. M. Green, *Babies by design: The ethics of genetic choice*, Yale University Press, 2008.



ANDREA BATTISTON

è un ingegnere chimico. Risiede e lavora da dodici anni in Olanda come ricercatore e consulente, prima presso l'Università di Utrecht e attualmente per Albemarle Corporation ad Amsterdam, per la quale si occupa dello sviluppo di catalizzatori per la rimozione di elementi inquinanti (tra cui zolfo e azoto) da tagli petroliferi e per la sintesi di combustibili alternativi. Si interessa inoltre di divulgazione scientifica.

RISORSE



1. www.portaledibioetica.it/documenti/000664/000664.htm

semplicemente per superficialità e superstizione, che tutti almeno in apparenza rifiutano, ma anche per motivi di spiritualità o convinzione religiosa, come approfondito in particolare da Lee M. Silver, professore di biologia molecolare presso l'Università di Princeton. Come è facile immaginarsi, nella visione biolibérale, pur con differenze, non vi è molta considerazione per credenze di fede. John Harris sottolinea in particolare il fatto che le maggiori religioni non hanno nemmeno elementi di fede di riferimento a riguardo, se non altro perché la maggior parte dei testi sacri sono prescientifici, e comunque ben precedenti allo sviluppo delle recenti biotecnologie. Lee M. Silver, pur se biolibérale, sottolinea tuttavia che la spiritualità è parte del patrimonio emotivo del genere umano e che questo basta a renderla un elemento da rispettare e considerare, anche da parte di chi non accetta posizioni di fede.

Rischi all'orizzonte

C'è un punto su cui tutti concordano, cioè che le nuove biotecnologie portano con loro seri rischi, non del tutto noti. Il processo di evoluzione darwiniana è in atto da milioni di anni e ha portato a un equilibrio nello sviluppo del genoma umano, certamente migliorabile, ma comunque accettabile per molti. E ci sono

altri aspetti, per esempio di ingiustizia economica o sociale, che meriterebbero maggiore priorità. In più, che garanzie abbiamo che gli esseri umani, intervenendo, non peggioreranno questo equilibrio anziché migliorarlo? Non esistono garanzie. Esistono solo rischi più o meno misurabili e controllabili. Al momento, per esempio, la tecnica di clonazione dà origine a organismi che mostrano una più alta incidenza di infezioni e una vita media più breve. Sappiamo inoltre che qualsiasi modificazione apportiamo a un gene non si riflette soltanto su un singolo aspetto di quel gene, ma anche su altri aspetti e potenzialmente anche su altri geni. Finché non conosceremo esattamente qual è la relazione tra una modificazione genetica e i suoi effetti, dovremo sempre considerare che ci troviamo davanti a rischi considerevoli, e dovremo fare tutto il possibile per conoscerli e limitarli. Un altro motivo di preoccupazione è legato alla possibilità di applicare le biotecnologie non solo per correggere difetti che comportano sofferenza, ma anche per apportare cambiamenti non strettamente necessari, che potrebbero rivelarsi dannosi e pericolosi e essere manipolati per scopi politici. Si pensi, per esempio all'esaltazione di alcune caratteristiche somatiche per migliorare

resistenza fisica e potenza (super atleti o guerrieri). Questo è un punto particolarmente critico giacché il confine tra ciò che è desiderabile o giustificabile e ciò che non lo è è assai difficile da definire, e non è certo scontato a chi spetti decidere a riguardo.

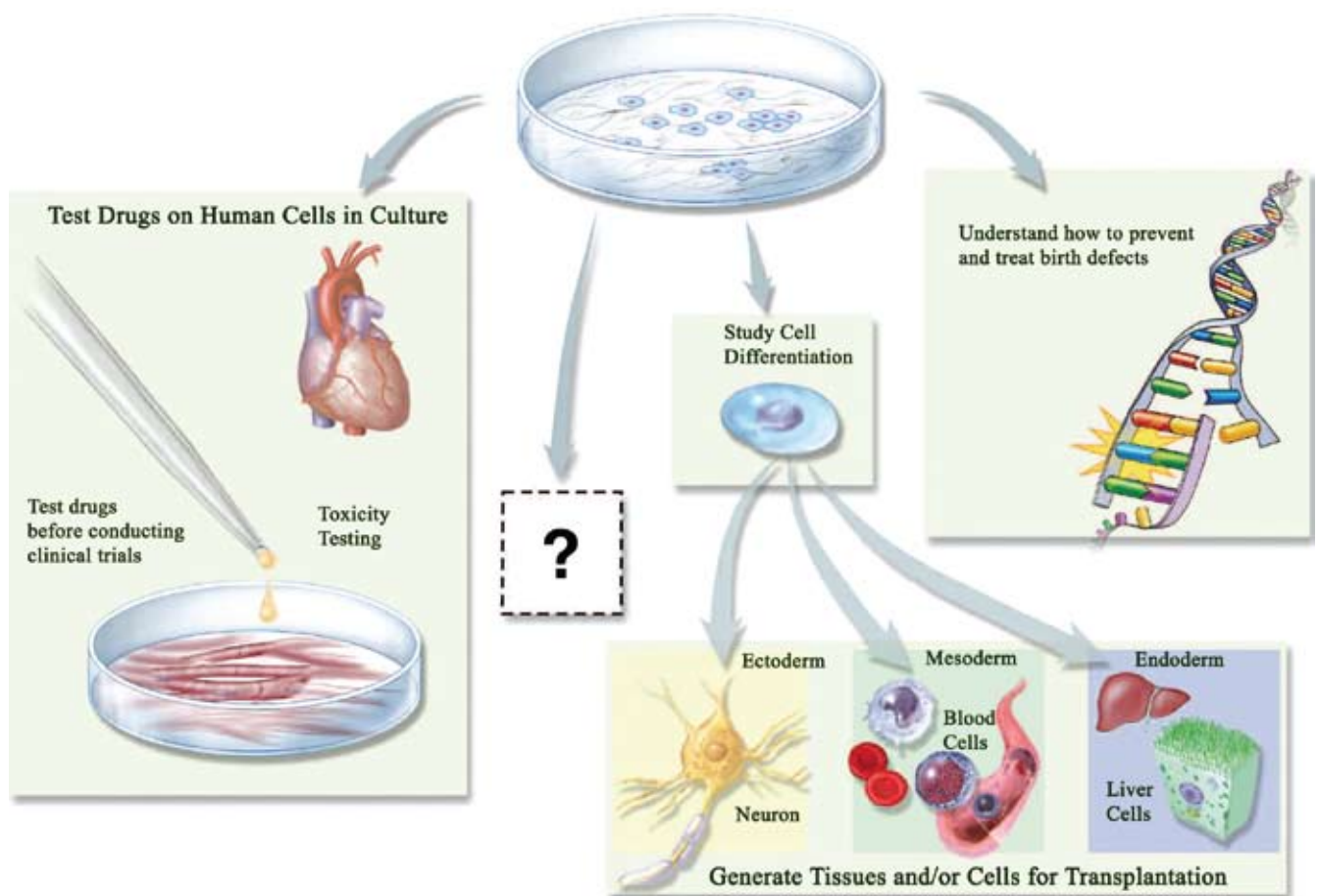
Conclusioni

Alcune delle considerazioni riportate sopra vengono abbracciate dalla posizione bioconservatrice che sceglie di impedire a priori non solo l'applicazione di tecniche di modificazione genetica, ma anche qualsiasi forma di sperimentazione a esse legata, per quanto controllata. La posizione biolibérale sostiene invece che queste considerazioni non siano di per sé specifiche delle biotecnologie, ma valgano per ogni nuova scoperta scientifica, e che le biotecnologie, forse più di qualsiasi altra precedente scoperta, contribuiranno a migliorare la qualità di vita della specie umana. I rischi non sono insiti solo nella scelta di aprire e percorrere strade nuove, ma anche in quella di non farlo. Sappiamo, per esempio, che il processo di evoluzione darwiniana ha portato l'uomo a modificare in modo sostanziale l'ambiente. Le biotecnologie potrebbero essere un modo per renderci più adattabili a un ambiente che cambia troppo velocemente rispetto alla nostra attuale capacità di adattamento. Basti pensare ai possibili rischi dell'effetto serra, all'inevitabile esaurimento di fonti di energia non rinnovabili, alla possibilità che si sviluppino malattie infettive nuove e maggiormente aggressive. I bioliberali, insomma, ritengono che le biotecnologie siano desiderabili e che sia un dovere morale sostenerle. Ovviamente, nell'ambito di uno stretto controllo su come verranno studiate e applicate, il che presuppone la necessità di continuare a investire nella ricerca. ➔



Un passo in avanti

LE PROMESSE DELLA RICERCA SULLE CELLULE STAMINALI



© 2008 TERESE WINSLOW

FONTE: STEM CELL INFORMATION – THE NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH RESOURCE FOR STEM CELL RESEARCH ([HTTP://STEMCELLS.NIH.GOV](http://stemcells.nih.gov))

La ricerca sulle cellule staminali costituisce uno strumento utile per molteplici applicazioni. Anzitutto, essa consente di studiare i meccanismi molecolari del differenziamento cellulare, permettendo di identificare sia i geni (o anche eventuali cambiamenti epigenetici) responsabili del mantenimento dello stato indifferenziato sia quelli coinvolti nel differenziamento. Si tratta di conoscenze fondamentali per pensare di effettuare veri e propri trapianti che permettano di sostituire popolazioni di cellule malate con popolazioni di cellule sane, magari modificate geneticamente. La possibilità di plasmare a proprio

piacimento il destino di cellule staminali è anche alla base della cosiddetta medicina rigenerativa, che prevede la creazione in laboratorio di interi tessuti da trapiantare nel paziente. Le cellule staminali possono inoltre essere utilizzate per sviluppare nuovi modelli di patologie umane o per sperimentare l'efficacia e la sicurezza di nuovi farmaci, in alternativa ai modelli animali comunemente utilizzati per questi scopi. E non è tutto: è possibile che gli sviluppi più importanti della ricerca sulle cellule staminali ricadano su aree che non abbiamo ancora nemmeno preso in considerazione.



Ora tocca a te

DOMANDE E ATTIVITÀ

1. Costruisci una tabella che riassume le posizioni dei bioconservatori e dei bioliberali in merito ai vari aspetti critici presentati nell'articolo.
2. Scrivi una breve definizione dei tre tipi di cellule staminali esistenti: embrionali, adulte e Ips (adulte riprogrammate).
3. Con un gruppo di compagni cerca informazioni – in biblioteca, su Internet o, se possibile, organizzando un'intervista (anche telefonica) con un ricercatore che si occupi di staminali – sugli impieghi attuali delle cellule staminali e sulle prospettive future di utilizzo.

SCIENZA E SOCIETÀ

1. Alcuni ritengono che la disponibilità di tecniche di manipolazione genetica e di selezione embrionale potrebbe aprire la strada a derive eugenetiche e al cosiddetto baby design: c'è il timore che gli interventi diretti sul patrimonio genetico possano essere utilizzati non solo per migliorare la qualità della vita in caso di gravi disabilità o malattie, ma anche per ottenere neonati con caratteristiche somatiche desiderate. Che cosa si intende esattamente per eugenetica? Secondo te questo rischio si applica davvero alle biotecnologie in questione? Qual è la tua posizione in merito a queste tecniche? Ritieni eticamente accettabile intervenire sull'embrione o sui gameti per scongiurare gravi malattie? Motiva la tua risposta.
2. Una buona fonte di cellule staminali è rappresentata dal cordone ombelicale: queste cellule vengono raccolte in sala parto da un'ostetrica e poi avviate alla conservazione in biobanche pubbliche o private. In Italia, la conservazione delle staminali del cordone ombelicale è possibile esclusivamente in biobanche pubbliche, dove rimangono a disposizione non solo di chi le ha donate, ma anche della comunità internazionale. Non è consentita invece la conservazione per uso privato: per questo motivo molti genitori prendono accordi con biobanche estere che permettono tale pratica. Per molti esperti, però, la conservazione in biobanche private è più un business che un gesto con reale valore scientifico e sanitario. La probabilità che, nel

corso della vita, un individuo possa aver bisogno delle sue cellule è molto bassa, mentre è più probabile che esse possano servire a un'altra persona ammalata e biologicamente compatibile.

- a. Dopo esserti documentato in biblioteca o su Internet elenca gli scopi per i quali possono essere utilizzate le cellule staminali prelevate da cordone ombelicale. Quali sono le ragioni scientifiche dei sostenitori delle donazioni di queste cellule a biobanche pubbliche?
- b. Prova ad analizzare i siti web di alcune biobanche private estere (le trovi facilmente con una ricerca su Google): sulla base di quali elementi (scientifici, emotivi ecc.) invitano i potenziali "clienti" alla conservazione delle staminali da cordone?

SCRIVERE DI SCIENZA

L'impiego di embrioni per l'estrazione di cellule staminali pone uno spinoso dilemma etico. La procedura, infatti, comporta la distruzione dell'embrione: una pratica da molti ritenuta inaccettabile, benché gli embrioni utilizzati siano comunque destinati, a lungo termine, a una probabile distruzione, visto che provengono da tecniche di fecondazione assistita (nelle quali sono prodotti in sovrannumero per poi essere conservati in congelatore). I problemi di ordine morale sono principalmente due: la difficoltà di stabilire il momento a partire dal quale un insieme di cellule possa essere definito una "persona" e quella di stabilire chi deve prendere questo tipo di decisioni.

Sono gli scienziati, i politici, oppure i cittadini a dover decidere fino a che punto può spingersi la scienza? È giusto che il legislatore elabori norme restrittive sulla ricerca scientifica e medica? Alcune decisioni, come quelle relative al destino di embrioni congelati, devono riguardare solo la sfera personale oppure l'intera collettività? Prova a riflettere su questi temi e a scrivere un componimento sull'argomento in cui esponi il tuo punto di vista.

Il codice sopra il codice

Il DNA non è tutto: la sequenza della doppia elica non basta a “dettare” le caratteristiche di cellule e organismi. Per capire esattamente perché siamo come siamo bisogna chiamare in causa l’epigenetica, nuova e potente frontiera della ricerca biologica.



DAVIDE CORONA
MARIA CRISTINA ONORATI

Il libro della vita: così è stato spesso definito il genoma umano, soprattutto dopo la conclusione, all’inizio di questo secolo, del suo sequenziamento. Una definizione certo suggestiva, ma non del tutto pertinente. Se è vero che, proprio come un libro, il nostro genoma contiene informazioni, è anche vero che la sua sequenza è, per l'appunto, “solo” una sequenza: una successione di “lettere” praticamente impossibile da decifrare in assenza di una corretta punteggiatura. Provate a immaginare una versione della Divina Commedia priva di punteggiatura e di

spazi tra le parole: la lettura sarebbe difficilissima! Allo stesso modo, per leggere le informazioni contenute nella sequenza del genoma umano occorre una punteggiatura: qualcosa che, fuori di metafora, dica alla cellula quali geni devono essere espressi, per quanto tempo e in quale momento della sua vita. Qualcosa che stia “sopra” ai geni, e ne regoli il funzionamento. Questa attività viene svolta da particolari cambiamenti chimici detti epigenetici, in grado di alterare l’espressione dei geni, senza modificare la sequenza nucleotidica del DNA. La branca della biologia che si

occupa dello studio di queste modifiche si chiama *epigenetica*, e da qualche anno a questa parte sta attraendo una quantità crescente di ricercatori (e di investimenti).

Una questione di accessibilità

Come sappiamo da tempo, il DNA degli eucarioti è altamente compattato e organizzato nel nucleo in una struttura dinamica chiamata cromatina. Nei cromosomi, la cromatina è a sua volta organizzata in domini attivi (eucromatina) e domini prevalentemente inattivi (eterocromatina). La cromatina, insomma, non ha una funzione unicamente strutturale, ma contribuisce a modulare l’espressione genica, permettendo o impedendo l’accesso al DNA di tutti quei fattori proteici che si occupano della sua trascrizione, ma anche della duplicazione, riparazione o ricombinazione. Nelle regioni inattive, la cromatina è molto condensata e questi fattori non riescono a raggiungere il DNA, mentre in quelle attive è più “rilassata” e quindi più accessibile.

Le cellule eucariote hanno evoluto due meccanismi principali che permettono di regolare l’accessibilità al genoma: reazioni a carico di specifici nucleotidi del DNA che, indirettamente, rimodellano la cromatina e modifiche della struttura degli istoni, le proteine a cui il DNA è legato nei cromosomi. Ebbene, è proprio la combinazione di questi due meccanismi a costituire il cosiddetto “codice epigenetico”, responsabile del profilo di espressione del nostro genoma. In altre parole, è questo codice a stabilire, tramite particolari reazioni chimiche, se un certo gene o gruppo di geni può, in un certo momento e in un certo tipo cellulare,



JÜRGEN BERGER / MAX PLANCK INSTITUTE FOR DEVELOPMENTAL BIOLOGY



📌 **Particolare del fiore di *Arabidopsis thaliana*, uno dei più diffusi organismi modello nei laboratori di genetica di tutto il mondo. Un gruppo di ricercatori tedeschi ha scoperto che l'attivazione del percorso biochimico che porta alla fioritura di questa pianta è modulato da meccanismi di tipo epigenetico.**

📌 **I diversi livelli di compattamento del DNA in un cromosoma eucariote. Il DNA si avvolge attorno agli istoni formando strutture chiamate nucleosomi, i quali a loro volta si avvolgono strettamente in fibre elicoidali (da Campbell, Reece, Taylor, Simon, Dickey, *Il nuovo Immagini della biologia*, Pearson Italia, Milano-Torino 2010).**

essere trascritto oppure no. Grazie a questo codice le varie cellule di un organismo possono avere fenotipi differenti, nonostante abbiano lo stesso patrimonio genetico.

Etichette adesive per cromosomi

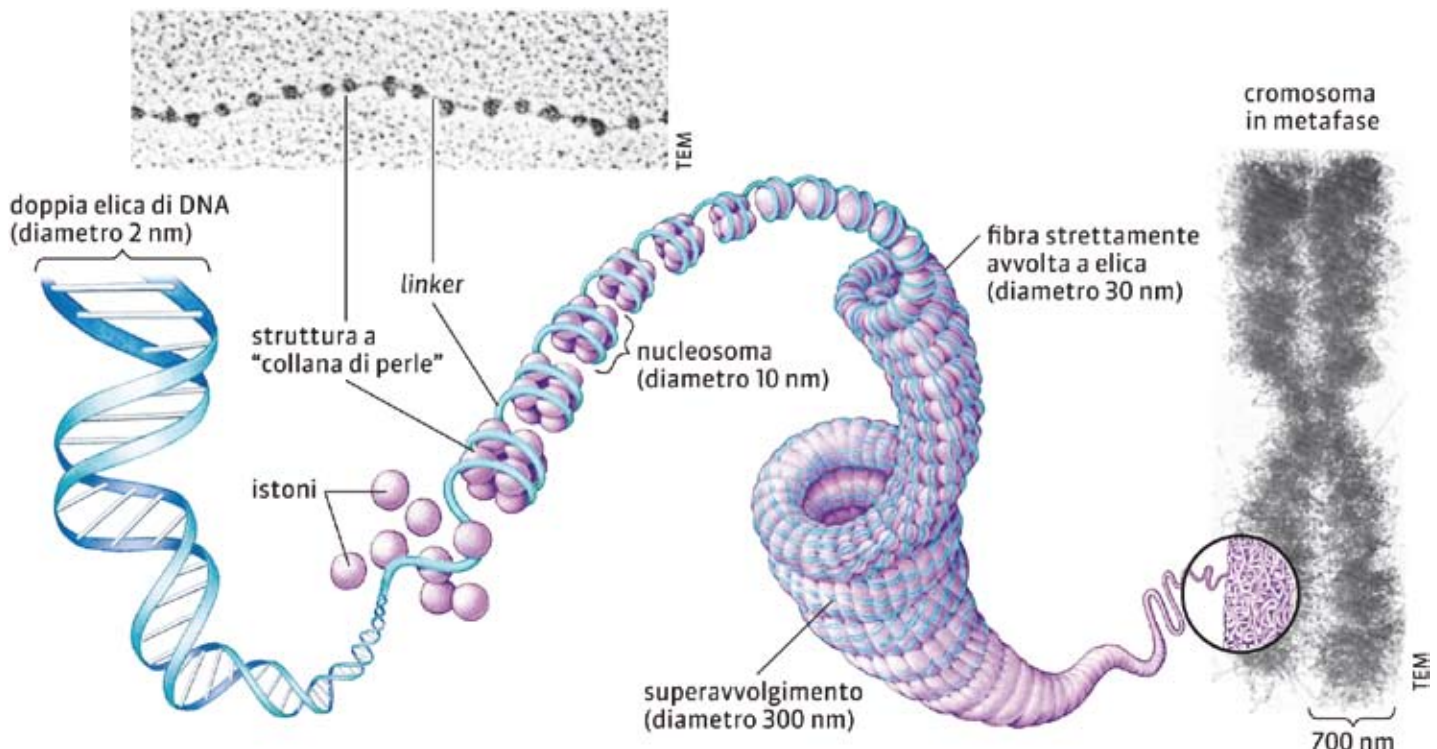
Se volessimo spiegare con una metafora quello che accade, potremmo pensare al corredo cromosomico come a un tavolo d'ufficio ricoperto da un'enorme quantità di documenti, tanti da non sapere da che parte cominciare a lavorare. Per procedere potrebbe essere utile appiccicare a ciascuno un'etichetta

adesiva, che indichi che cosa deve essere fatto con quel documento e con quale priorità. Ecco: le etichette corrispondono alle modifiche epigenetiche che vengono "depositate" sulle varie porzioni di cromatina per dire alla cellula che cosa deve farne in un dato momento. Così, per esempio, una certa modifica può voler dire che una sequenza di DNA è stata danneggiata e deve essere riparata. Un'altra modifica può significare che il tale gene che prima era spento ora deve essere acceso (o viceversa). Un'altra ancora può indicare che un certo tratto di DNA si deve duplicare e così via.

Insomma: ogni processo che utilizza il DNA come substrato (duplicazione, trascrizione ecc.) ha bisogno di indicazioni epigenetiche per essere portato avanti. È una rivoluzione concettuale enorme, secondo la quale esiste un nuovo codice (quello epigenetico) che regola un codice già noto (quello genetico).

Pochi atomi, e cambia tutto

Tra le modifiche epigenetiche più importanti c'è sicuramente la metilazione del DNA, cioè l'aggiunta di gruppi chimici metile (-CH₃) a residui di citosina della sequenza nucleotidica. In particolare, si è





📌 La *Drosophila melanogaster* è l'animale modello con cui si lavora nel gruppo di ricerca guidato da Davide Corona. L'obiettivo è individuare, in questo organismo, il maggior numero possibile di modifiche epigenetiche, per poi valutarne l'eventuale presenza anche negli esseri umani.

LA PAROLA AGLI SCIENZIATI

Che cosa dicono dell'epigenetica i ricercatori che effettivamente se ne occupano? Ecco qualche definizione tratta dal sito www.epigenome.eu.

Jörn Walter, Università di Saarland (Germania): *mi rifaccio metaforicamente al computer paragonando il disco rigido al DNA e i programmi all'epigenoma. È possibile accedere a determinate informazioni memorizzate sul disco rigido del computer attraverso i programmi, ma ci sono aree protette da password e altre ad accesso libero. Direi che stiamo indagando sul perché alcune aree sono protette da password e altre sono libere.*

Denise Barlow, Università di Vienna: *l'epigenetica consiste in tutte quelle cose occulte e meravigliose che la genetica non è in grado di spiegare.*

Bryan Turner, Università di Birmingham: *il DNA non è altro che un nastro su cui sono registrate informazioni, inutile senza un apparecchio che consenta di leggerlo.*

L'epigenetica è il lettore di nastri.

Thomas Jenuwein, direttore del Max Planck Institute of Immunobiology di Friburgo: *la differenza tra genetica ed epigenetica può essere paragonata alla differenza che passa tra leggere e scrivere un libro. Una volta scritto il libro, il testo (i geni o le informazioni memorizzate nel DNA) sarà identico in tutte le copie distribuite al pubblico. Ogni lettore potrà tuttavia interpretare la trama in modo leggermente diverso, provare emozioni diverse e attendersi sviluppi diversi man mano che affronta i vari capitoli. Analogamente, l'epigenetica permette interpretazioni diverse di un modello fisso (il libro o il codice genetico) e può dare luogo a diverse letture, a seconda delle condizioni variabili con cui il modello viene interrogato.*

osservato che la metilazione di specifici residui all'interno dei promotori dei geni determina il silenziamento (cioè i geni non vengono trascritti), perché causa un rimodellamento della cromatina che impedisce l'accesso ai fattori di trascrizione. Di fatto, la metilazione può regolare sia l'accensione sia lo spegnimento dei geni, a seconda di quanti gruppi metile vengono aggiunti in una certa porzione di DNA. Quindi, errori nella metilazione del DNA possono comportare errori nell'espressione genica: situazioni di ipometilazione possono provocare l'accensione di geni potenzialmente dannosi, mentre l'ipermetilazione può determinare lo spegnimento di geni molto importanti per la stabilità della cellula, come i geni oncosoppressori (codificanti per proteine che inibiscono la divisione cellulare) o quelli coinvolti nei meccanismi di riparazione del DNA. Non è un caso che alterazioni di questo tipo si riscontrino di frequente in diverse forme tumorali.

Enzimi antagonisti

Altre modifiche genetiche di particolare rilevanza riguardano gli istoni, che

possono essere modificati da due classi di enzimi con attività antagonista. Le acetilasi aggiungono agli istoni gruppi chimici acetile (si parla infatti di acetilazione), mentre le deacetilasi li rimuovono (deacetilazione). Le acetilasi agiscono come attivatori di trascrizione: una volta che sono stati acetilati, infatti, gli istoni tendono ad allentare il loro legame con il DNA, rendendolo più accessibile ai fattori di trascrizione. Al contrario, le deacetilasi agiscono come inibitori di trascrizione, perché la deacetilazione fa sì che gli istoni si leghino più strettamente al DNA, rendendolo meno accessibile. Anche in questo caso, mutazioni a carico dei geni codificanti per acetilasi e deacetilasi possono essere associate a malattie più o meno gravi. In generale, tra le malattie che hanno, almeno in parte, una causa epigenetica, si possono citare, oltre ai tumori, alcune sindromi caratterizzate da ritardo mentale, come la sindrome dell'X fragile, la sindrome di Rett o quella di Angelmann.

Dimmi che cosa mangia tua nonna...

Negli ultimi anni vari lavori di diversi gruppi di ricerca hanno mostrato il

coinvolgimento di modifiche epigenetiche in numerosi fenomeni biologici. La determinazione del sesso nelle api, per esempio, viene influenzata dall'alimentazione, che riesce a modulare l'espressione genica alterando schemi specifici di metilazione del DNA. Nei topi, invece, l'alimentazione materna durante la gravidanza sembra influenzare sia il colore del mantello sia la predisposizione ad alcune malattie (come l'obesità) dei topolini neonati. Nel 1998 l'équipe del biologo Craig Cooney, allora al National center for toxicological research di Jefferson, in Arkansas, provò a somministrare a un gruppo di topoline gravide quantità differenti di sostanze in grado di promuovere la metilazione del DNA, come zinco, acido folico e l'amminoacido metionina. Le topoline avevano un mantello dalla colorazione particolare, tendente al marrone. Alla nascita, i neonati presentavano un mantello variabile dal giallo al marrone in base alla quantità di integratori ricevuti. E pochi anni fa, al Victor Chang Cardiac Research Institute di Sydney, in Australia, Jennifer Cropley e colleghi si sono spinti oltre, dimostrando che, sempre nei topi,



COSTRUIRE LA MAPPA DELL'EPIGENOMA

C'è chi lo ha chiamato l'LHC della biologia, con riferimento al più grande acceleratore di particelle del mondo, in funzione a Ginevra. Stiamo parlando dell'International Human Epigenome Consortium (IHEC), inaugurato ufficialmente lo scorso febbraio a partire da un'idea sviluppata già alcuni anni fa.

L'obiettivo di questo consorzio internazionale è decisamente ambizioso: produrre una mappa dettagliata di tutti gli schemi di metilazione possibili per tutti i geni umani dei principali tessuti. Il paragone con LHC non riguarda ovviamente costi e impegni (pur trattandosi di un'impresa eccezionale, richiederà comunque una minima parte degli investimenti necessari per l'acceleratore di particelle), ma piuttosto la natura degli obiettivi. Come LHC punta a scoprire particelle subatomiche fondamentali, in grado di confermare la validità del modello standard della materia, così l'IHEC punta a identificare quelle modifiche fondamentali dalle quali dipende l'espressione dei nostri geni e, quindi, in ultima analisi, la nostra natura. *V.M.*

l'alimentazione materna in gravidanza non influenza solo il colore del mantello dei figli ma anche quello dei nipoti.

Epigenetica e comportamento

Anche il comportamento può essere influenzato a livello epigenetico; si è visto infatti che topolini privati delle cure materne rispondono in maniera diversa allo stress (rispetto ai fratellini accuditi dalla mamma) a causa di modifiche epigenetiche in geni che regolano questo tipo di risposte, per esempio i geni che portano alla produzione del cortisolo, l'ormone dello stress.

Altri fenomeni regolati a livello epigenetico sono i ritmi circadiani, che si ripetono con regolarità ogni 24 ore circa, come il ritmo di sonno e veglia presente in tutti gli animali, inclusi gli esseri umani. Varie attività biologiche, dalla produzione di ormoni alla rigenerazione cellulare, all'attività cerebrale sono collegate a questi cicli giornalieri. Di recente, si è visto che un'acetilasi istonica è fondamentale per una corretta regolazione dei ritmi circadiani. E sembra che persino la dipendenza da droghe coinvolga la regolazione

PER APPROFONDIRE



— R. Holliday, Epigenetics. *A Historical overview*, in "Epigenetics", 2006, vol. 1 pp. 76-80. Scaricabile online all'indirizzo www.landesbioscience.com/journals/epigenetics/article/2762

IN RETE!



Divulgare l'epigenoma Sito scientifico divulgativo del consorzio europeo *L'epigenoma*, ricco di approfondimenti e curiosità. www.epigenome.eu

Insegnare e imparare l'epigenetica Siti gemelli del Genetic science learning center dell'Università dello Utah dedicati espressamente a docenti e a studenti. <http://learn.genetics.utah.edu> <http://teach.genetics.utah.edu>

epigenetica: alcuni risultati sperimentali indicano che specifici schemi di modifiche epigenetiche sarebbero responsabili della suscettibilità a stupefacenti quali la cocaina. Questo implica che, conoscendo esattamente di quali modifiche si tratta, si potrebbe affrontare il problema della dipendenza in modo specifico e individualizzato.

Prospettive terapeutiche

Rispetto ai cambiamenti genetici, che riguardano la sequenza del DNA, quelli epigenetici tendono a essere acquisiti nel tempo in seguito all'accumulo di determinate modifiche chimiche. Tra le grandi questioni ancora aperte nel mondo della ricerca c'è la comprensione di come vengano regolate queste modifiche e soprattutto di come vengano ereditate. In ogni caso, è già evidente che le modifiche epigenetiche rappresentano ottimi bersagli farmacologici, perché reversibili in quanto catalizzate da enzimi o fattori che possono essere variamente modulati. In altre parole, l'aggiunta o la rimozione di particolari modifiche potrebbero essere modulate in maniera molto controllata agendo specificamente



MARIA CRISTINA ONORATI

è biologa e lavora come postdoc nel laboratorio di Davide Corona, a Palermo. Ha svolto un dottorato di ricerca in genetica e biologia molecolare all'Università di Roma La Sapienza.



DAVIDE CORONA

biologo, dopo un dottorato al Laboratorio europeo di biologia molecolare di Heidelberg, in Germania, e un postdoc all'Università di Santa Cruz, in California, è diventato ricercatore dell'Istituto Telethon Dulbecco, presso il Dipartimento di biologia cellulare e dello sviluppo dell'Università di Palermo. Nel 2009 ha ricevuto il *Riconoscimento per la ricerca scientifica in Sicilia* dall'Osservatorio per lo sviluppo e la legalità Giuseppe La Franca di Partinico.

sugli enzimi che le regolano. Il fatto che numerose malattie umane, compreso il cancro, abbiano cause epigenetiche, ha incoraggiato lo sviluppo di nuove opzioni terapeutiche che potrebbero essere definite come "terapie epigenetiche". Sono state identificate diverse sostanze in grado di interferire con la metilazione del DNA o le modifiche istoniche e alcune sono già entrate in sperimentazione clinica e hanno superato le fasi preliminari di analisi. Per citare un esempio, inibitori "prototipi" come il 5-aza-CR (5-azacitidina) e il 5-aza-CdR (5-aza-2'-deossicitidina), che ad alte dosi sono citotossici, a basse dosi sembrano efficaci nel trattamento di alcune leucemie. Anche inibitori delle deacetilasi istoniche sono inseriti in sperimentazioni cliniche per linfomi e leucemie, in alcuni casi già con risultati confortanti. ➔



Un passo in avanti

FRATELLI DA STUDIARE

Identici e fisicamente interscambiabili: i gemelli monozigoti hanno sempre avuto un fascino innegabile, non solo al cinema, ma anche per la scienza. Nel caso dell'epigenetica, questi gemelli rappresentano uno strumento formidabile per studiare quei fattori che – al di sopra dei geni – determinano le differenze tra gli individui. Derivati da una singola cellula uovo, infatti, i gemelli monozigoti (detti anche identici o monovulari) possiedono lo stesso patrimonio genetico: sono quindi dello stesso sesso, hanno occhi e capelli dello stesso colore, condividono il gruppo sanguigno. In caso di delitto, sarebbe impossibile stabilire la colpevolezza dell'uno o dell'altro soltanto sulla base delle tracce biologiche trovate sulla scena del crimine. Nonostante questo, però, anche loro con il tempo cominciano a mostrare differenze tangibili nell'aspetto fisico, nel comportamento, nella suscettibilità alle malattie. Può accadere, per esempio, che pur condividendo gli stessi fattori di rischio genetici per una certa patologia, due gemelli manifestino i sintomi in maniera molto diversa. Come mai?

Un interesse storico

Le prime ricerche scientifiche sui gemelli risalgono alla fine dell'Ottocento: è del 1875, infatti, la pubblicazione di *The history of twins as a criterion of the relative powers of nature and nurture*, in cui sir Francis Galton, cugino di Charles Darwin, propose di osservare coppie di gemelli per capire in quale misura i fattori ereditari (*nature*) e quelli ambientali (*nurture*) influissero sulla crescita individuale. A dare allo studio dei gemelli lo status di disciplina scientifica vera e propria è stato invece Luigi Gedda, uno dei pionieri della genetica italiana e fondatore dell'Istituto Gregorio Mendel di Roma, che nel 1953 coniò il termine "gemellologia".

Ereditarietà più ambiente

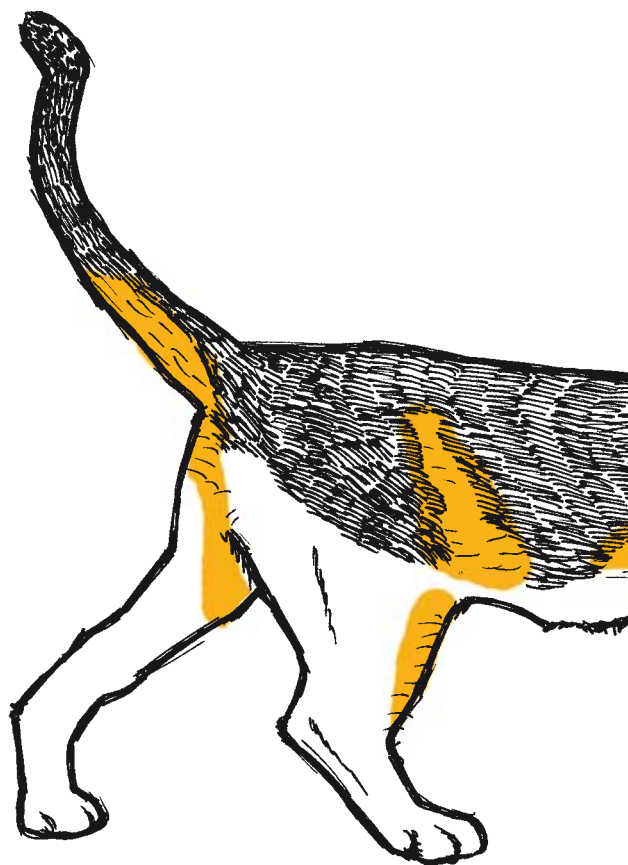
Ora è possibile studiare come le differenze osservate nel fenotipo dei gemelli si traducano a livello molecolare. Pur essendoci ancora molto da scoprire, gli scienziati concordano sul fatto che ciascun individuo è il risultato non soltanto dei suoi geni, ma anche e soprattutto di come e quanto questi geni vengono espressi. Come abbiamo visto nell'articolo, la disposizione dei cromosomi, il loro livello di impacchettamento o la presenza di particolari gruppi chimici sul DNA possono modulare l'espressione genica e questi fenomeni epigenetici risentono fortemente di fattori come l'ambiente di vita, l'alimentazione, l'attività fisica, solo per citarne alcuni. Oggi, quindi, l'interrogativo principale per gli scienziati è capire come l'ereditarietà e l'ambiente interagiscano tra loro nel produrre determinate caratteristiche individuali e non quale delle due classi di fattori sia più importante dell'altra. Gli attuali studi sui gemelli ci dicono che la maggior parte delle caratteristiche umane sono almeno parzialmente influenzate dai geni, ma nello stesso tempo che l'attività dei geni può essere stimolata o inibita

da segnali provenienti dall'ambiente esterno.

Grazie allo studio di popolazioni gemellari si può stimare il ruolo che fattori ereditari e ambientali rivestono nell'insorgenza di malattie multifattoriali come il diabete, la celiachia o la sclerosi multipla, ma anche, più in generale, quanto la combinazione di questi fattori possa influenzare il carattere e il comportamento degli individui.

A servizio della scienza

A conferma dell'importanza dei gemelli per questi studi, basti pensare che in gran parte del mondo sono stati istituiti registri che raccolgono in maniera sistematica i dati delle coppie di gemelli che mettono a disposizione dei ricercatori i propri campioni biologici. In Italia – dove secondo il ministero della salute è plurimo un parto su sette – la gestione del Registro nazionale gemelli (www.iss.it/gemelli) è a cura del Centro nazionale di epidemiologia, sorveglianza e promozione della salute dell'Istituto superiore di sanità. Sul sito si trovano anche vari approfondimenti (scientifici, storici, di attualità) sui gemelli. A.M.Z.

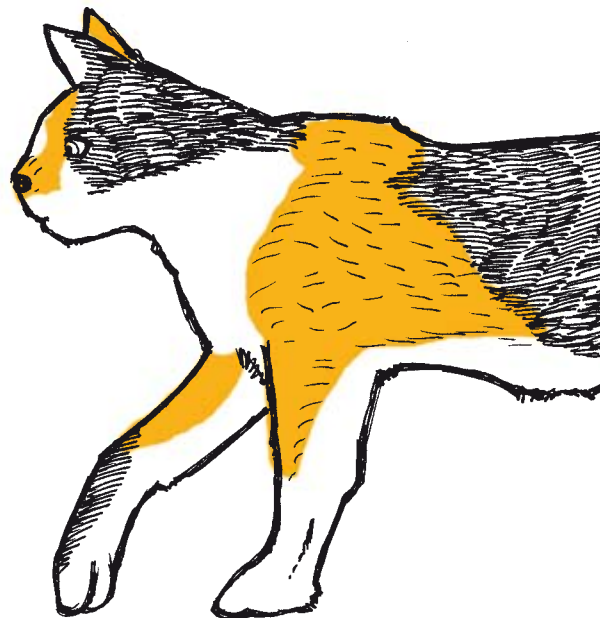




Ora tocca a te

DOMANDE E ATTIVITÀ

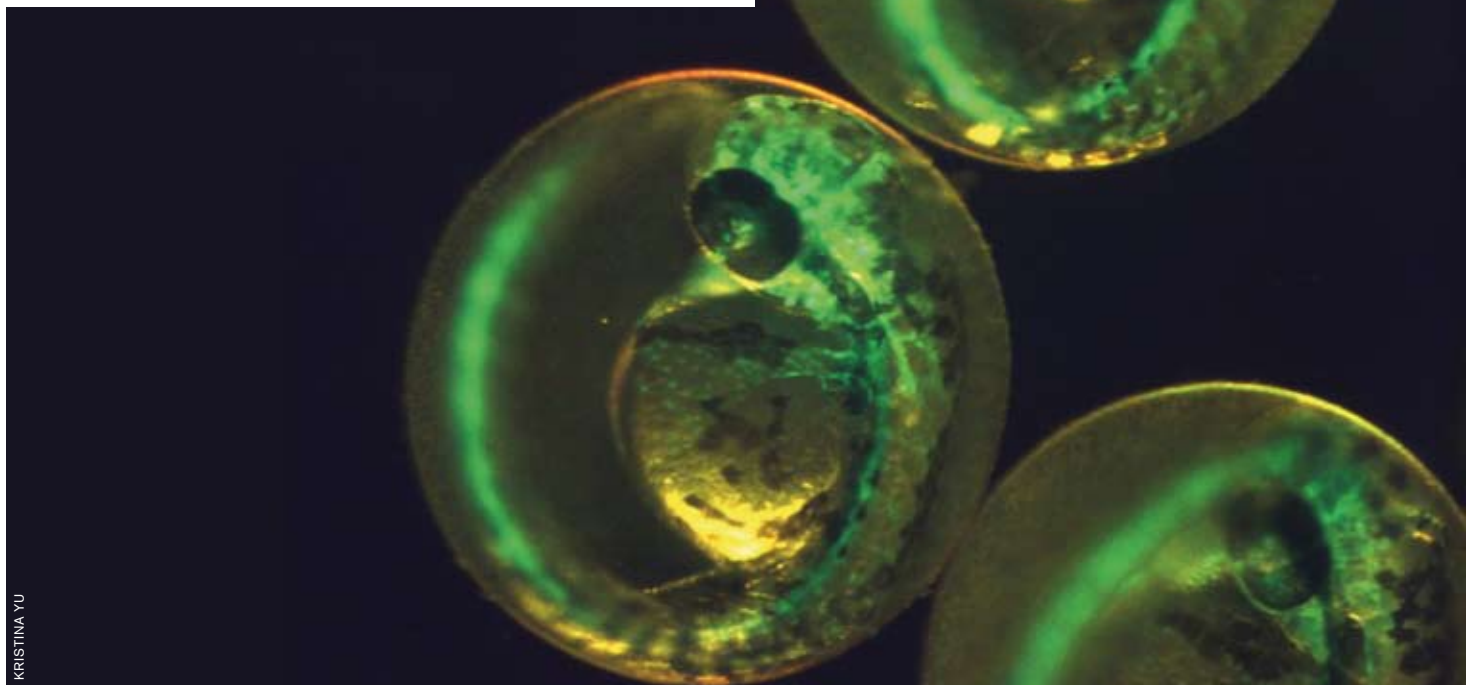
1. Scrivi una breve definizione dei seguenti termini: cromatina, epigenetica, istone, nucleosoma, metilazione del DNA, acetilasi.
2. Prova a elencare alcuni esempi di fattori ambientali in grado di influenzare le modifiche epigenetiche (suggerimento: un fattore è già indicato nel testo dell'articolo).
3. Prova a tracciare "l'identikit strutturale" di un gene attivamente trascritto. Sarà avvolto in maniera più o meno stretta intorno agli istoni? Ci saranno pochi o tanti gruppi metile attaccati al suo promotore? Ci saranno pochi o tanti gruppi acetile attaccati agli istoni attorno a cui è avvolto? Che cosa succede, invece, nel caso di un gene inattivo?
4. Dopo aver letto la scheda di p. 26, ed eventualmente con l'aiuto di una ricerca in biblioteca o su Internet, rispondi alle seguenti domande:
 - a. Il gruppo sanguigno può essere utilizzato per stabilire se due fratelli gemelli sono monozigoti o dizigoti? Per quale motivo?
 - b. Due gemelli monozigoti hanno impronte digitali identiche? Hanno sempre la stessa dominanza laterale (sono entrambi destrimani o entrambi mancini)?
 - c. I gemelli monozigoti hanno sempre lo stesso peso alla nascita?
5. Cerca sul sito www.epigenome.eu la pagina dedicata ai gatti calicot, dal caratteristico mantello a tre colori (bianco, arancione e nero). Come vedrai, la colorazione di questi gatti (che sono quasi sempre di sesso femminile), dipende da un particolare fenomeno epigenetico chiamato inattivazione del cromosoma X, in base al quale in tutte le cellule somatiche delle femmine dei mammiferi, uno dei due cromosomi X è fortemente condensato, e di conseguenza inattivo.
 - a. Per quale motivo i gatti calicot sono quasi sempre femmine?
 - b. A partire da quanto riportato nella pagina web indicata (o da altro materiale eventualmente a tua disposizione) riassumi i passaggi che hanno portato alla nascita di Carbon Copy, la prima gattina clonata da una cellula della gatta calicot Rainbow. Perché le due gatte, che pure hanno lo stesso DNA, non sono identiche?
 - c. Lavorando in gruppo con alcuni compagni, realizza una presentazione che spieghi il fenomeno dell'inattivazione del cromosoma X.



SCRIVERE DI SCIENZA

Oltre alla metilazione del DNA e alle modifiche chimiche degli istoni, esiste almeno un altro meccanismo di regolazione epigenetica dell'espressione genica: l'interferenza a RNA, mediata da piccoli RNA speciali presenti nel citoplasma. Queste molecole si legano a RNA messenger provenienti dal nucleo, promuovendone la degradazione. Di fatto, in questo modo riescono a silenziare i geni anche dopo che sono stati trascritti. Guarda il video sull'interferenza a RNA sul sito di Nova, serie televisiva americana di scienze (www.pbs.org/wgbh/nova/sciencenow/video/3210/q02-220.html), magari chiedendo aiuto, se ne hai bisogno, all'insegnante di inglese. Alla fine riassumi in un breve scritto come si è arrivati alla scoperta di questo meccanismo, partendo da esperimenti condotti sulle petunie.

SEMPRE APERTO, INGRESSO GRATUITO



KRISTINA YU

Internet ha rivoluzionato anche i musei, di scienza (e non solo): sono sempre di più quelli che offrono esposizioni e proposte didattiche online. Ecco una piccola guida con alcune delle esperienze più significative.

«**D**iventa fan del museo su Facebook, seguici su Twitter e guarda i video su YouTube!».

Se si trattasse del gioco enigmistico *Trova l'intruso*, molti di noi non avrebbero dubbi: la parola che stona è "museo". E invece no, nessun gioco e nessun errore, perché sono sempre di più i musei che aprono un'ala virtuale. Certo, scrollare la polvere dalle collezioni richiede risorse finanziarie e personale specializzato, ma si scorgono già diversi esempi mirabili: siti di musei che hanno smesso di pensare al Web solo come a una vetrina, e che stanno dando sfogo a tutta la fantasia concessa dagli strumenti di Internet.

Insomma, per passare una notte al museo non è più necessario uscire di casa. Potete andare su www.museoscienza.org e ascoltare la Web radio del Museo nazionale della scienza e della tecnologia di Milano, con interventi in diretta di ospiti – curatori delle mostre o scienziati – e podcast da scaricare; oppure raggiungere il sito dell'Istituto e del Museo della storia della scienza di Firenze (www.imss.fi.it) per scrutare da vicino – molto più di quanto si possa fare nel mondo reale – gli strumenti

di Galileo. O, ancora, invece che con il solitario, provare a passare il tempo facendo due calcoli con un abaco sul sito de *I racconti di Numeria*, il museo della matematica del Comune di Roma (www.museiscientificiroma.eu/museomatematica).

i.lab affollati al Leonardo da Vinci

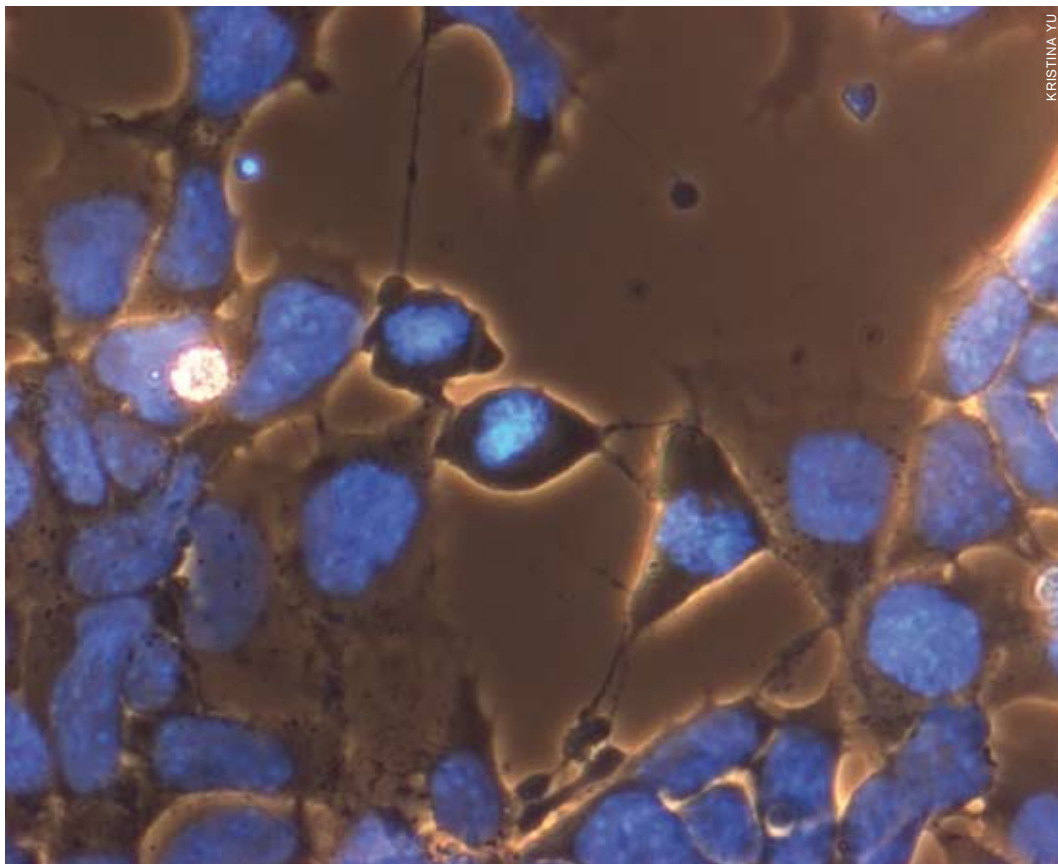
Nel panorama italiano, il Museo della scienza e della tecnologia Leonardo da Vinci di Milano è tra i migliori esempi di come un museo scientifico possa servirsi di Internet. Lo dimostrano i suoi tre milioni di visitatori virtuali l'anno – contro i 330 000 reali – e i quasi 70 milioni di oggetti scaricati dai 23 *i.lab*, i laboratori interattivi cui si accede dalla sezione "Online" (i dati si riferiscono al 2008). Non per niente è stato il primo museo in Italia ad avere un sito, già nel 1997. «Da subito c'è stata l'idea di sviluppare una piattaforma che sfruttasse appieno le potenzialità multimediali del Web e che non fosse solo una vetrina del museo, ma un suo prolungamento», racconta Paolo Cavallotti, responsabile degli *i.lab*. «Per esempio la radio Web è nata nel luglio

TIZIANA MORICONI

🔗 Immagine di embrioni di pesce zebrato (*Danio rerio*) geneticamente modificati per esprimere la proteina fluorescente GFP.

L'immagine è tratta dalla *Microscope Imaging Station* del sito web dell'Exploratorium di San Francisco, uno dei primi musei interattivi al mondo.

➡️ Altra immagine della *Microscope Imaging Station* dell'Exploratorium di San Francisco. Sono raffigurate cellule staminali embrionali di topo, trattate con un colorante che rende il DNA azzurro fluorescente.



KRISTINA YU

2008, quando siamo rimasti chiusi per tre mesi, con lo scopo di far sentire al pubblico che continuavamo a esistere. Anche ora è possibile ascoltare sempre qualcosa, perché abbiamo un palinsesto con contenuti registrati e con appuntamenti *live* e diamo la possibilità agli ascoltatori-utenti di interagire via chat in diretta». Ma la radio è solo l'antipasto di un ricco menu. La sezione online del museo sfrutta linguaggi diversi, adatti a varie esperienze. Nel *Cantiere del Duomo di Milano*, il 3D real time si fonde con il linguaggio "classico" del racconto, mentre il *Leonardo Virtuale* è un vero e proprio ambiente da Second Life, dove si possono incontrare gli altri utenti, girare per le stanze e i chioschi del museo, azionare le macchine del genio rinascimentale e seguire visite guidate virtuali. Ancora, in *Cimeli*, un laboratorio diretto esplicitamente al mondo della scuola, si propone al pubblico l'esperienza ludica di impersonare un curatore di mostre, con la possibilità di revisionare il materiale e di avere accesso ai documenti. Il tutto si svolge, ovviamente, con rigore scientifico.

Ma quali esperienze funzionano meglio? «Percorsi diversi funzionano in modo diverso», risponde Cavallotti. «Il progetto *Cimeli* ha avuto un ampio riscontro, con premi e riconoscimenti, ma si è rivelato troppo ambizioso: in parole povere, abbiamo sottostimato l'impegno richiesto all'utente. La lezione è che il gioco, anche sul Web, è bello quando dura poco». All'esperienza di *Cimeli* ne è seguita una sul tema della memoria, associata alla mostra *Ti ricordi?*. L'esposizione riguardava oggetti curiosi e poco conosciuti associati ad altri molto noti, utilizzati per rievocare storie appartenenti al passato del nostro Paese. Nella sezione online si richiedeva questa volta un tipo di impegno diverso, meno prolungato nel tempo, attraverso giochi di associazione o chiedendo di pubblicare immagini della storia personale degli utenti. In questo caso, riferiscono i curatori, il riscontro del pubblico è stato enorme. Meglio di breve durata, dunque, ma mai di basso valore didattico, perché il target del museo è ben preciso: appassionati di scienze tecniche, anche settoriali.

Tutto su Galileo

Diversa la filosofia del sito dell'Istituto e Museo della storia della scienza di Firenze, dove si lavora soprattutto su grossi progetti legati alle mostre e all'approfondimento dei contenuti. La visita virtuale è tra le più belle che si possano fare, attraverso percorsi tematici o scegliendo dal catalogo completo, in versione multimediale. «Puntiamo molto sul catalogo, con una proposta abbastanza unica a livello nazionale ed europeo», spiega Jacopo Tonini, referente per la parte Web. «Ogni volta che c'è un'esposizione, la trasponiamo completamente online. Si punta meno, invece, sugli strumenti dell'e-learning in senso stretto».

Il sito è stato inaugurato nel 2001 proprio con applicazioni dirette alle scuole. Il primo progetto, *Scienziati a Corte*, era un laboratorio animato su testi che gli Accademici del Cimento scrissero nel Seicento. «Da allora abbiamo cominciato ad allestire una sezione online tutta dedicata agli strumenti presenti nel museo», continua Tonini. «Grazie ai modelli 3D, è possibile manipolarli, osservarli da



DETTAGLI ONLINE

La brutta notizia è che la Tribuna di Galileo è chiusa al pubblico. Si tratta di un monumento del 1841, collocato all'interno del Palazzo Torriggiani, a Firenze, e definito una sintesi iconografica della scienza sperimentale con carte, strumenti e illustrazioni della vita scientifica dell'epoca. La bella notizia, però, è che è scaricabile sul proprio computer. La visita è offerta da un'iniziativa del Ministero per i beni culturali: si deve andare su www.internetculturale.it, selezionare *Percorsi Culturali* e poi *Percorsi 3D*. Al momento vi si trovano sette proposte, tra cui una meta-sezione che illustra come si realizza un tour tridimensionale.

Altri due progetti di digitalizzazione rendono possibile visite culturali non meno affascinanti, anche se un po' più macabre. Nel primo caso si parla di mummie, in particolare del nostro Ötzi, l'uomo di ghiaccio ritrovato nel 1991 sulle Alpi Venoste dentro il ghiacciaio di Similaun. Si tratta della più antica mummia umida mai rinvenuta, conservata sottovetro nel Museo archeologico dell'Alto Adige di Bolzano. Impossibile quindi vederla da vicino? No: i ricercatori dell'Accademia europea di Bolzano (Eurac) ci presentano un approfondito contatto virtuale con il corpo della mummia, visibile nei più piccoli dettagli – tatuaggi compresi – sul sito iceman.eurac.edu.

Il secondo progetto tira fuori dall'armadio gli scheletri della Sardegna, nel vero senso della parola. Basta cercare in rete *Anthroponet* per ritrovarsi all'interno di un museo virtuale a vestire i panni di un ricercatore alle prese con le ossa di uomini vissuti dalla preistoria alla caduta dell'Impero Romano. Il progetto è dell'Università di Cagliari ed uno dei primi esperimenti a livello nazionale di censimento e condivisione online di reperti archeologici (www.anthroponet.it).

↳ Sotto, ricostruzione di Ötzi, l'uomo venuto dal ghiaccio. Sopra, particolare di uno dei tatuaggi rinvenuti sul corpo della mummia. È mostrata una comparazione di immagini ottenute con illuminazione a luce bianca e utilizzando una particolare luce ultravioletta.



ANDREE KAISER / MUSEO ARCHEOLOGICO DELL'ALTO ADIGE

MARCO SAMADELLI / GREGOR STASCHITZ / MUSEO ARCHEOLOGICO DELL'ALTO ADIGE

➔ **Astrolabio in ottone e legno del XVI secolo.** L'immagine fa parte della galleria online del Portale Galileo dell'Istituto e Museo di storia della scienza di Firenze. Il portale propone un percorso guidato per consultare le risorse galileiane presenti sul sito.



FRANCA PRINCIPE / IMSS FIRENZE

diverse angolazioni, mettere in evidenza le linee aritmetiche e le incisioni. In questo caso la parte virtuale è davvero complementare alla visita, tanto che stiamo pensando di portare l'applicazione anche all'interno del museo reale».

Nel sito c'è un'intera sezione dedicata a Galileo Galilei – il *Portale Galileo*, appunto – dove si trovano compasso, cannocchiale e microscopio dello scienziato pisano, insieme a eleganti simulazioni di quanto si può fare con questi strumenti, podcast, testi e video da scaricare, informazioni su come costruire un cannocchiale, raccolte di brani antologici e link (davvero utili) alle risorse sparse per il Web. In *Galileo Thek* sono consultabili anche i testi originali e tutti i riferimenti delle opere. Se non bastasse, nella *Biblioteca digitale* si possono visionare le scansioni dei testi originali presenti nel museo. Si consiglia vivamente di visitare la parte dedicata alle esposizioni e di non farsi sfuggire la mostra *La mente di Leonardo*.

Al momento il museo (quello "fisico") è parzialmente chiuso. Riaprirà nel mese di aprile completamente rivisto, a partire dal nome. Si chiamerà infatti Museo Galileo. In concomitanza, anche il sito web sarà rinnovato.

Rapido tour oltre i confini del .it

Visto che il viaggio non costa nulla, diamo uno sguardo a cosa c'è fuori dai domini italiani. Prima destinazione: Parigi, Parc de la Villette, Cité des Sciences et de l'Industrie (www.cite-sciences.fr). Lingue ufficiali del sito: francese e inglese, ma qualcosa si trova anche in italiano. Qui, di strumenti didattici ce ne sono davvero per tutti i gusti e per tutte le materie. Cominciamo dalle scienze classiche, con il laboratorio di biologia, fisica e chimica: si può fare un viaggio su Marte per controllare come varia il

proprio peso, guardare le animazioni di vari esperimenti – da quelli sui principi di Archimede a quelli sui generatori elettrici – e saltellare su una tavola di Mendeleev interattiva. Per chi la scienza la preferisce con il prefisso "fanta", la sezione dedicata a *Star Wars* riserva video e fisica con effetti speciali. Il tour comprende anche un viaggio in Canada nella parte *Visit +* (creata in occasione di una mostra temporanea ormai conclusa). Non si tratta solo di un modo accattivante di virtualizzare contenuti: è un diario online che aggiorna automaticamente gli appunti presi durante la visita reale, registrati attraverso un dispositivo simile a un palmare, chiamato Minisat, distribuito ai visitatori all'ingresso. A questo diario si può poi accedere da casa e condividere le informazioni con chi si vuole. Altre parti di sicuro interesse didattico sono gli exhibit *Oil, the New Challenger*, sulle possibili alternative al petrolio e *Biometrie*, sulla scienza che si occupa di studiare e codificare le caratteristiche del corpo umano, dalle impronte digitali alla scansione dell'iride.

Musei sotto il Big Bang

Lasciamo Parigi per Londra ed entriamo nello Science Museum (www.sciencemuseum.org.uk). Il sito va particolarmente forte in biologia. Un'intera sezione è dedicata alla storia della medicina e ha persino la *teacher section*, un'area riservata ai docenti che spiega tutto quello che si può trovare nel sito. Sono disponibili e zoomabili tutte le immagini della *Wellcome Library* e un clip da scaricare per la simulazione interattiva *Iron lung*, dedicata a una delle prime macchine per la respirazione artificiale, datata 1928. Anche tutte le introduzioni alle mostre – in formato audio e con schede – sono scaricabili. Esistono persino applicazioni per iPhone e iPod. Il sito del Natural History Museum (www.nhm.ac.uk), con sede fisica sempre a Londra, è da consultare se si cercano informazioni e immagini di animali, piante, funghi e microrganismi vari. Tanto per cominciare, in onore del 2010, Anno internazionale della Biodiversità, ogni giorno viene pubblicata una notizia su una specie diversa. Per restare in tema si può andare sulla mappa

NOVITÀ 2010



BIOLOGIA E SCIENZE DELLA TERRA



Campbell, Reece,
Taylor, Simon, Dickey
**IL NUOVO IMMAGINI
DELLA BIOLOGIA**



Anelli, Gatti
VITA
Lezioni di biologia



Campbell, Reece,
Taylor, Simon, Dickey
**IL NUOVO IMMAGINI
DELLA BIOLOGIA**
Primo biennio



Calvino
TERRA
Lezioni di scienze
della Terra



Tarback, Lutgens
**ELEMENTI DI SCIENZE
DELLA TERRA**



Anelli, Calvino, Gatti
TERRA E VITA
Lezioni di biologia
e scienze
della Terra



Tarback, Lutgens
SCIENZE DELLA TERRA
Voi siete qui



Miller, Levine
BIOLOGIA
Lezioni di vita



Tarback, Lutgens
SCIENZE DELLA TERRA
Edizione modulare
- La Terra nell'Universo
- L'atmosfera
e l'idrosfera
- Un pianeta dinamico



Miller, Levine
BIOLOGIA
Edizione modulare
- L'evoluzione
e la biodiversità.
L'ecologia
- Le basi della vita.
La genetica
- Il corpo umano

CHIMICA



Cracolice, Peters
CHIMICA
Edizione modulare
- Struttura
e trasformazione
della materia
- Atomi, legami e molecole
- Reazioni: velocità
ed equilibrio
- La chimica del carbonio



Timberlake
CORSO DI CHIMICA
Edizione modulare
- Volume A
- Volume B
- Volume C
- La chimica della vita



Frank, Wyssession,
Yancopoulos
CHIMICA
Concetti in azione



Palladino Bosia
LEZIONI DI CHIMICA



Palladino Bosia
ELEMENTI DI CHIMICA
Primo biennio

dal catalogo

FISICA



Parodi, Ostili
FISICA
Una scienza modello
Primo biennio



Parodi, Ostili
FISICA
Edizione modulare
- Misure e statica
- Cinematica e dinamica
- Energia termica ed elettricità
- Onde ed elettro-magnetismo



Parodi, Ostili
FISICA
Una scienza modello
Edizione verde



Frank, Wysession, Yancopoulos
FISICA
Concetti in azione



Palladino Bosia
LEZIONI DI FISICA



Walker
CORSO DI FISICA



Walker
CORSO DI FISICA
Primo biennio

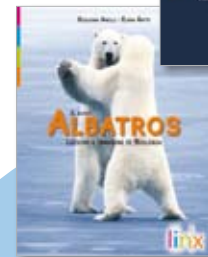


CHIMICA E FISICA

Frank, Wysession, Yancopoulos
CHIMICA E FISICA
Concetti in azione



Palladino Bosia
CORSO INTEGRATO DI CHIMICA E FISICA
La materia e le sue proprietà



Timberlake
CORSO DI CHIMICA

Cracolice, Peters
CHIMICA
Tutto si trasforma

Tarback, Lutgens
CORSO DI GEOGRAFIA GENERALE
Anelli, Gatti

IL NUOVO ALBATROS
Lezioni di vita

Calvino
IL NUOVO EXPLORER

Parodi, Ostili
FISICA
Una scienza modello



📌 **Pagine web di alcune delle attività online proposte dal Museo nazionale della scienza e della tecnologia di Milano.**

BREVE STORIA DEI MUSEI SUL WEB

Da quando è diventata World Wide Web, cioè dagli inizi degli anni novanta, Internet ha trasformato più o meno velocemente tutti gli aspetti della nostra vita. I musei non fanno eccezione: la rete ha offerto loro la possibilità di far conoscere le loro collezioni a un pubblico vastissimo, sparso in tutto il mondo. Già nel 1998, per esempio, il 38% dei 290 musei britannici aveva un sito e il 20% progettava di averne uno. E nel 1999 il Museum of the History of Science di Oxford aveva già tre visitatori virtuali per ogni visitatore reale (www.mhs.ox.ac.uk).

Il museo che non c'è

La prima fase di questa evoluzione ha riguardato soprattutto la trascrizione di informazioni logistico-informative, in più lingue. In un secondo momento, ciascun museo ha scelto se e come arricchire il proprio sito, riproducendo parte della collezione e inserendo didascalie e informazioni su pagine ipertestuali. Il tema è trattato da Thomas Fotakis e Anastasios A. Economides, due ricercatori dell'Università della Macedonia di Tessaloniko, in Grecia, in un studio dal titolo *Art, science/technology and history museums on the web* pubblicato su "International Journal of Digital Culture and Electronic Tourism" nel 2008. Secondo i ricercatori, i musei online sono nati prima di alcune importanti considerazioni sul loro possibile ruolo nella comunicazione della scienza, senza il sostegno di fondazioni private e senza nessuno scopo particolare se non quello di vedere il loro nome sul Web. Risultato: la maggior parte dei siti si è limitata a duplicare il materiale che possiede, invece che ripensarlo alla luce delle nuove possibilità. Oggi i musei che hanno un dominio sono diverse migliaia, ma solo una piccola parte è, a tutti gli effetti, anche un museo virtuale, con ambienti interattivi e multidimensionali (una directory per la ricerca di questi musei è la Virtual library museum pages, www.icom.org/vlmp). In questa evoluzione, i Web-musei sono un passo più in là: si tratta infatti di musei che non esistono fisicamente, ovvero che non hanno un corrispettivo nella realtà.

La classifica dei siti

Economides e Fotakis hanno sviluppato un interessante metodo per valutare i siti dei musei, considerando struttura, multimedialità, interattività, facilità di navigazione e alcuni aspetti tecnici. Sono stati presi in considerazione 210 musei di tutto il mondo, 70 di arte, 70 di scienza e tecnologia e 70 di storia. Secondo il sistema, battezzato MuseumQual, la maggior parte dei musei ha siti "insoddisfacenti". In ogni caso, quelli scientifici guidano la classifica, seguiti da quelli di arte. Le medaglie d'oro vanno al Science Museum di Londra, al Centre Pompidou di Parigi e al Museum of Fine Arts di Boston. A che punto è l'Italia in questa classifica? Nelle retrovie. «Si investe ancora molto poco in questi strumenti e nella comunicazione in generale», commenta Paolo Cavallotti. «Non è un problema di capacità – durante le mie lezioni all'università incontro fior di studenti con ottime competenze tecniche – ma di risorse e di mentalità. Il Leonardo da Vinci di Milano è una mosca bianca in Italia perché nel 2001 siamo diventati una fondazione a statuto privato. Abbiamo potuto ragionare come un'azienda e investire nella comunicazione. Nell'ufficio che si occupa della parte Web ci sono quattro persone che lavorano a tempo pieno, più un collaboratore esterno per la parte 3D. L'ufficio è integrato alla vita del museo». Ma anche da noi qualcosa si sta muovendo. Ecco le prove: l'Immaginario Scientifico di Trieste (www.immaginarioscientifico.it), con il *Palazzo delle immagini della scienza*, il museo virtuale della fisica del Politecnico di Torino, il Mateureka di Pennabilli, vicino Rimini (www.mateureka.it/tour.html), il Museo nazionale dell'Antartide di Genova (www.mna.it), che dà l'accesso anche al database online del Sistema informativo geografico, e il Museo Tridentino di scienze naturali (www.mtsn.tn.it), il futuro Muse, entrato nell'era del Web 2.0 giusto lo scorso novembre.



TIZIANA MORICONI

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

VISITA PERSONALIZZATA

Lo smartphone diventa una guida audio-video. Anzi molto di più, con SmartMuseum, un progetto della Comunità europea che permette di confezionarsi su misura la propria visita al museo. La parola a Marco Benni dell'Istituto e Museo di storia della scienza di Firenze, responsabile del progetto per la parte italiana.

Dottor Benni, che cos'è esattamente SmartMuseum?

Un progetto che permette a ogni singolo visitatore – di qualsiasi nazionalità, età, interesse culturale – di programmare una visita guidata tagliata su misura. Il tutto in modo completamente automatizzato. Il pubblico che arriva al museo, o in un qualsiasi luogo di interesse, viene dotato di una specie di guida audio-video, che però è in grado di selezionare, tra tutti i possibili contenuti presenti, quelli che potrebbero interessare maggiormente il visitatore.

In che modo?

È stata sviluppata una piattaforma che estrae i contenuti sulla base delle informazioni fornite dall'utente stesso prima dell'inizio della visita, come tempo a disposizione, profilo socio-anagrafico, preferenze culturali, finalità della visita. Il programma fornisce quindi suggerimenti personalizzati. Così, se per esempio si è più interessati alla storia, il percorso e le informazioni fornite saranno quelle più attinenti a questo aspetto. Man mano che la visita procede, inoltre, l'utente ha la possibilità di esprimere il gradimento sul suggerimento. Questo dà modo al sistema di affinare la ricerca e di intercettare meglio i gusti dell'utente. Il tutto con la sicurezza della privacy.

A che punto siete con la sperimentazione?

Il progetto, durato due anni e con un investimento di due milioni di euro, si è concluso lo scorso febbraio. Per ora sono stati utilizzati dei dispositivi ad hoc, ma possono essere usati anche smartphone e cellulari, installando un piccolo programma, e scaricando i contenuti da Internet. Il sistema prevede anche la possibilità di adattare il linguaggio alle diverse età, quindi a un bambino si rivolgerebbe diversamente che non a un adulto o a un ragazzo, ma questo non è stato ancora sperimentato. Per ora abbiamo provato un prototipo di dispositivo e testato la piattaforma, e ne siamo molto soddisfatti. La fase immediatamente successiva riguarderà la commercializzazione.

mondiale interattiva di biodiversità, geologia e paleontologia, e poi allenarsi un po' con la classificazione nella sezione dedicata al riconoscimento delle specie. Ma la strategia di comunicazione del museo non si ferma qui. Ci si può limitare a guardare i filmati sul lavoro quotidiano degli scienziati e a scaricare le schede didattiche, oppure si può diventare naturalisti per davvero, offline, e collaborare alle attività di ricerca. È infatti possibile aderire a uno dei due progetti di monitoraggio dei licheni e degli effetti sul mare britannico del cambiamento climatico: sul Web si apprende che cosa fare e come, e ci si torna alla fine per inserire i dati raccolti, che vengono visualizzati in tempo reale.

Dal giardinaggio al baseball

Quanto a veste grafica e interattività a effetto, però, difficile battere il sito dell'Exploratorium di San Francisco: www.exploratorium.edu. Si può passare una piacevole mezz'ora dentro *Science of Gardening* (i contenuti non sono ricchissimi, a dir la verità, ma la sezione è davvero spettacolare), e imparare l'origine di provenienza degli

ortaggi. Per chi i frutti della terra preferisce mangiarli c'è *Science of Cooking*, mentre per gli sportivi *Science of Baseball*. Nel "doposcuola" (*Afterschool teaching*) si può scegliere tra oltre dieci esperimenti con tanto di filmati per la spiegazione passo-passo. La *Microscope Imaging Station* non ha nulla da invidiare alle esercitazioni universitarie, sia per rigore scientifico sia per chiarezza. Non vi si trovano solo immagini di tessuti biologici, ma schede, video e attività pensate per essere svolte in classe. Nota per gli insegnanti di matematica e fisica: nella sezione *Math Explorer* c'è un motore di ricerca che permette di selezionare le attività per argomenti (algebra, misure angolari, frazioni...).

Il museo è social e network

Nel mondo reale, i musei e gli science center si stanno sempre più trasformando in "piazze pubbliche": luoghi informali di incontro, discussione e divertimento. Nel Web, dove per natura i "luoghi" sono accessibili a tutti in qualsiasi momento, questa potenzialità viene espressa al meglio. Niente di strano, quindi, se i musei

hanno la loro pagina su Flickr, Facebook, Dailymotion, Twitter (i blog ormai si danno per scontati). A che cosa serve questo aspetto "social"? A facilitare i rapporti utente-utente e a stimolare discorsi intorno ai temi scientifici. Succede sui siti della Cité de la Science e del Science Museum di Londra, dove c'è la possibilità di lasciare commenti su temi di attualità, dal riscaldamento globale agli Ogm. E accade anche in Italia, sul sito del Leonardo da Vinci. «Abbiamo pensato all'importanza dell'interattività utente-utente, e abbiamo sfruttato gli strumenti messi già a disposizione dal Web», spiega Paolo Cavallotti. «Facebook ci dà la possibilità di utilizzare un linguaggio immediato e informale. È uno strumento automatico». Il museo lo ha usato, per esempio, per lanciare un evento, quando aveva deciso di sfidare sé stesso e provare a eseguire una moltiplicazione con una calcolatrice del Settecento. Finita la prova, il risultato è stato postato su Facebook e gli utenti in linea hanno reagito immediatamente con domande sul funzionamento della macchina, cui ha risposto il curatore dell'iniziativa. ➔

La fisica del karate

Non solo lezioni ed esperimenti: per capire la meccanica si può usare anche il proprio corpo, per esempio attraverso le arti marziali. E mentre si impara la fisica, si impara anche a difendersi e a lavorare in gruppo.



CONCETTO GIANINO

Studiare fisica praticando karate? Suona insolito ma si può fare, come hanno sperimentato negli anni scorsi alcuni studenti della sezione scientifica dell'istituto di istruzione secondaria superiore Quintino Cataudella di Scicli e del liceo scientifico Enrico Fermi di Ragusa. Si tratta di un'attività didattica finalizzata all'analisi scientifica delle tecniche e delle posture di karate, con l'obiettivo di individuare le leggi e i principi fisici che le regolano, sia per studiare la fisica con un approccio differente, sia per cercare di ottimizzare l'applicazione di quelle stesse tecniche. Inoltre, a molti studenti questa attività ha permesso di apprendere alcune tecniche basilari di difesa personale, finalizzate a svincolarsi da prese o a neutralizzare attacchi da parte di malintenzionati, per poi allontanarsi a distanza di sicurezza.

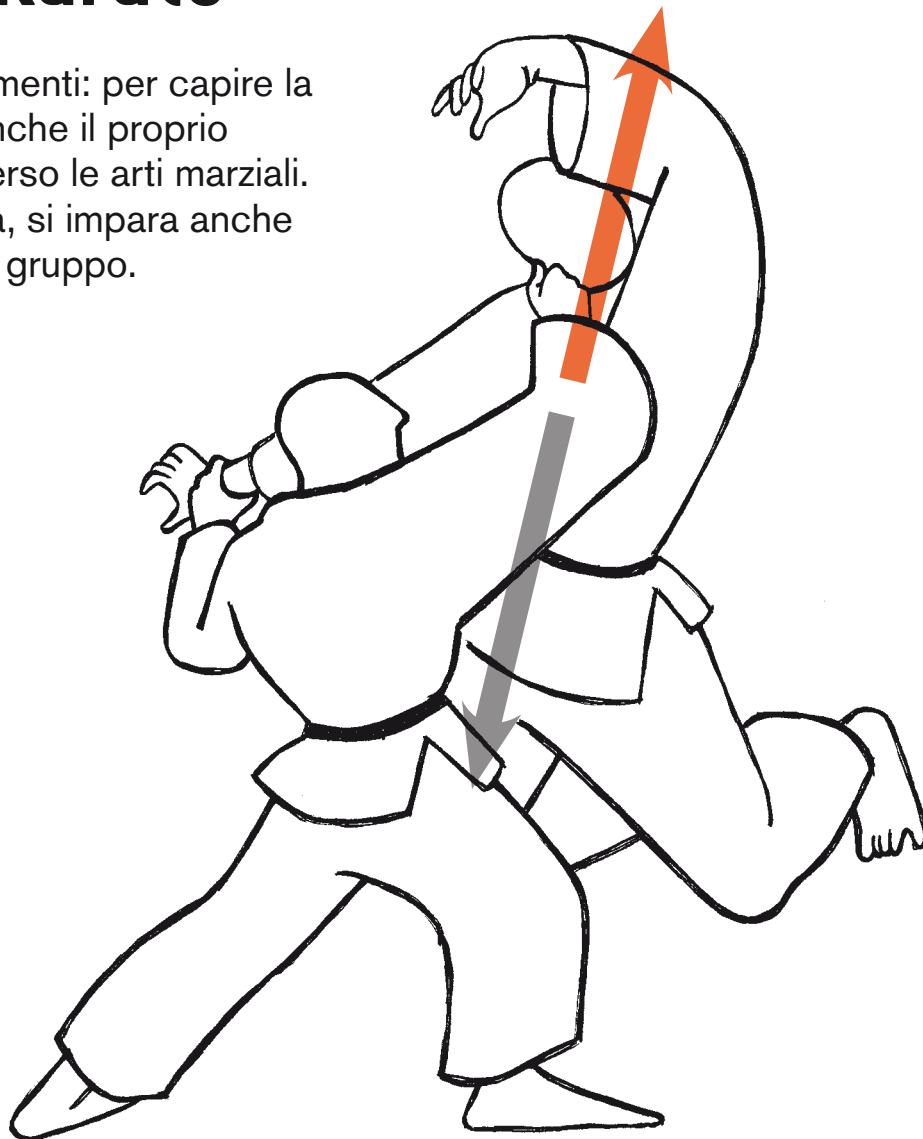
Per avere un'idea dell'attività e dei risultati sperimentali ottenuti, si può consultare il sito web dedicato <http://fisicadelkarate.altervista.org>, nel quale si trovano documenti, foto, video e grafici delle esperienze realizzate. I materiali sono disponibili sia in italiano sia in inglese, grazie alla traduzione eseguita dagli studenti sotto la guida di un docente di lingue.

Cronaca di un progetto in crescita

L'attività è stata proposta per la prima volta all'istituto Cataudella di Scicli nell'anno scolastico 2007/08, con l'istituzione di un corso pomeridiano di approfondimento di fisica sulla meccanica dei corpi estesi. Il corso, ideato e condotto

dal sottoscritto in collaborazione con il maestro Antonino Gianni, cintura nera terzo dan e istruttore di karate del Dojo Karate-do Shotokan di Scicli, prevedeva dieci incontri di un'ora ciascuno, nei quali gli studenti studiavano le tecniche di difesa personale, cercando di capire i principi fisici che ne sono alla base. Visto l'interesse degli studenti e le considerevoli potenzialità didattiche dell'attività, abbiamo deciso di sottoporre il corso al programma nazionale Scuole aperte, promosso e finanziato dal Ministero della pubblica istruzione, che lo ha effettivamente selezionato come progetto da sostenere. La partecipazione al programma ci ha permesso di dare al

corso una struttura più completa con lezioni teoriche, esperimenti di laboratorio e attività in palestra; alle lezioni di karate e fisica si sono inoltre affiancate quelle di cinesiologia. Il gruppo di lavoro si è ampliato con l'inserimento di un docente di educazione fisica (per la cinesiologia), un docente tutor di supporto per gli studenti e un assistente tecnico di laboratorio di fisica. Sempre nel 2008, inoltre, il corso è stato inserito nel Progetto lauree scientifiche per l'anno scolastico 2008/09 (PLS2). Nell'ambito di questo progetto, e grazie alla collaborazione dell'Ufficio scolastico provinciale di Ragusa, sono state organizzate per le scuole del ragusano



➔ Una lezione "pratica" di karate con il maestro Antonino Gianni.



due tipi di attività: un laboratorio introduttivo itinerante e un corso integrale. Il laboratorio itinerante consisteva in un incontro pomeridiano di tre ore nel quale, dopo una breve introduzione su storia e filosofia del karate, si affrontavano lo studio teorico del baricentro del corpo umano e un'attività di laboratorio in cui gli studenti si cimentavano nella misura della posizione del loro baricentro. In seguito, in palestra e con la guida dell'istruttore di karate, si analizzava il ruolo del baricentro stesso nelle tecniche di karate.

Il corso integrale, programmato per gli studenti del liceo Cataudella di Scicli (e oggi anche per il liceo Fermi di Ragusa), prevedeva invece 15 incontri nei quali si affrontava uno studio più completo dell'argomento.

A tu per tu con grandi maestri

Oltre a frequentare le lezioni, gli studenti partecipanti al corso integrale hanno avuto la possibilità di incontrare una delegazione di monaci Shaolin (corpo religioso buddista che ha fondato il kung fu, arte marziale dalla quale discende il karate) e il maestro giapponese Masaru Miura, cintura nera 9° dan e direttore della federazione Shotokan Karate-do International per l'Italia.

Gli incontri hanno permesso un proficuo confronto con due civiltà orientali, cinese e giapponese, sulla valenza educativa e formativa delle arti marziali. I monaci Shaolin, per esempio, vivono il kung fu come strumento di crescita spirituale, allo stesso livello della preghiera ed è stato molto interessante cercare di capire come monaci che credono

profondamente nella sacralità di qualsiasi forma di vita riescano a integrare un'arte marziale nella loro pratica quotidiana. Una parte dell'incontro con Masaru Miura, conosciuto nel mondo soprattutto per il suo studio scientifico del karate, è stata invece dedicata a una prova pratica in palestra, in cui il maestro e i suoi allievi si sono esibiti mettendo in evidenza come, praticando il karate secondo le leggi della fisica, si riesca a essere efficaci anche in età avanzata.

Docenti o fachiri?

Oltre alla meccanica dei corpi estesi, il corso permette di affrontare, anche da un punto di vista sperimentale, altre tematiche specifiche. Tra queste per esempio: lo studio della cinematica di tecniche di pugno e calcio (acquisendo un video che viene poi analizzato in dettaglio), il ruolo del principio di azione-reazione nelle tecniche di attacco e parata, le posture ottimali per tecniche di pugno e la misura dell'effetto statico di una spinta in avanti al variare dell'orientamento dei piedi. E ancora: le leve, il ruolo della pressione e le stime numeriche della forza impulsiva e dell'energia sviluppate nelle tecniche di impatto, la misura sperimentale della posizione del baricentro del corpo. Affrontando lo studio della pressione, ci siamo concentrati anche sul modo in cui essa determina la sensazione di dolore: una semplice bilancia da cucina e un chiodo infilzato su una tavoletta ci hanno permesso di misurare la soglia di dolore. In pratica, si preme con il dito sopra il chiodo posto sul piatto della bilancia, fino

a quando si avverte una sensazione dolorosa: il peso indicato in questo istante dalla bilancia rappresenta la soglia di dolore. Le prove eseguite dagli studenti hanno mostrato che la loro soglia assumeva un valore compreso tra 300 e 1000 g; queste misurazioni hanno permesso loro di capire perché i fachiri riescono a distendersi su un letto di chiodi senza avvertire dolore. Infatti, quando una persona poggia il proprio busto su un tappeto di chiodi, il peso si distribuisce quasi uniformemente sui chiodi stessi, con un peso medio per chiodo sicuramente inferiore a 100g, e quindi alla soglia di dolore. Per verificare sperimentalmente quanto dedotto, tutti noi docenti del corso abbiamo dato una dimostrazione pratica, stendendoci su un tappeto con più di 1800 chiodi.

Non solo didattica

Le finalità di un progetto di questo tipo sono molteplici e riguardano non solo il potenziamento della comprensione e della conoscenza di argomenti di fisica, ma anche la crescita personale del discente. Alcune, infatti, sono decisamente generali: aumentare l'interesse per la cultura e la formazione scientifica, contribuire a sviluppare la capacità di osservazione e il senso critico e razionale, aiutare a comprendere come l'approccio tipico del metodo scientifico aiuti a decifrare meglio il mondo circostante, educare alla relazione con gli altri, alla capacità di integrazione in un gruppo al fine di ottimizzarne il lavoro di ricerca. Altre finalità, invece, sono più legate ad



UN ESEMPIO DI ATTIVITÀ: MOTO DEL PUGNO GYAKU-TSUKI

Una delle attività proposte nel progetto è l'analisi della cinematica di alcune tecniche di karate tramite una ripresa con videocamera digitale. Oltre alla videocamera, servono per l'esperienza un computer al quale collegarla e un comune software di acquisizione e analisi video.

Per prima cosa abbiamo ripreso le tecniche oggetto di studio eseguite dal maestro a vuoto (senza avversario) e abbiamo analizzato i singoli fotogrammi per ricostruire la traiettoria e il diagramma orario del movimento. Uno dei movimenti analizzati è stato il pugno gyaku-tsuki, con il braccio opposto alla gamba avanzata. Nella sequenza a fianco si vedono quattro momenti (fotogrammi) della tecnica.

Il grafico riportato sotto mostra il diagramma orario relativo a un pugno gyaku-tsuki da noi analizzato, dal quale si evidenzia che il pugno, con buona approssimazione, si muove di moto uniformemente accelerato.

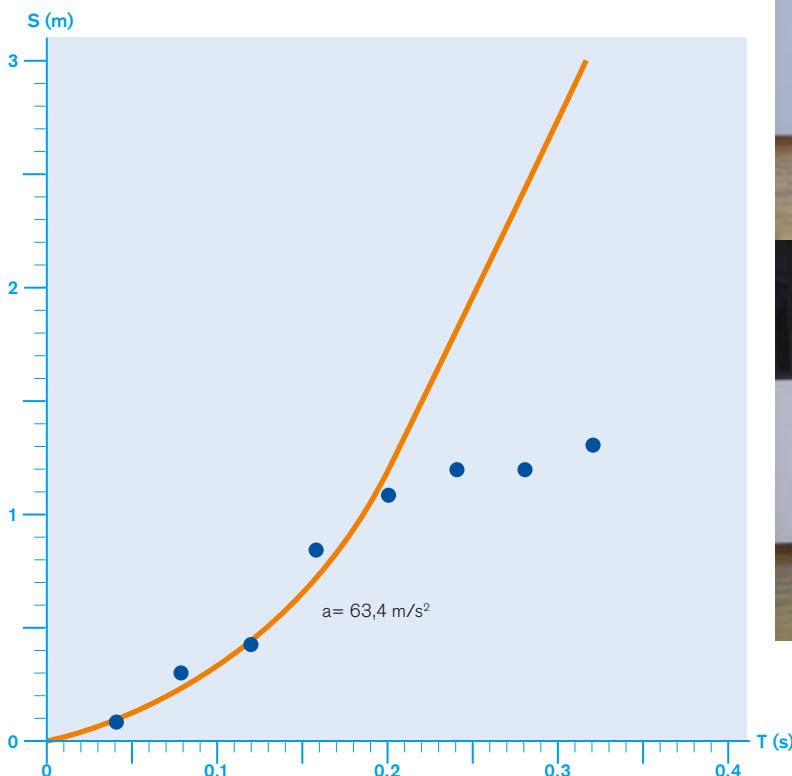
Tracciando la parabola che in modo migliore approssima i punti sperimentali è possibile stimare l'accelerazione media e di conseguenza calcolare la velocità finale di impatto.

Nel nostro caso, abbiamo stimato un'accelerazione media di circa $63,4 \text{ m/s}^2$ e, considerando che il movimento ha avuto una durata di circa $0,20 \text{ s}$, si è potuto valutare una velocità finale di impatto di circa 13 m/s .



➤ Sequenza di movimenti del pugno gyaku-tsuki eseguito dal maestro Antonino Gianni.

CLAUDIO ARRABITO





RISORSE



1. *Raccolta di buone pratiche*, disponibile sul sito www.stella-science.eu/pool_good_practices.php
2. Disponibile sul sito SIF: www.sif.it/SIF/it/portal/attivita/congresso/comunicazioni2009
3. A. Gianni, *La fisica del karate. Il karate come strumento didattico per apprendere la fisica*, in "Samurai", luglio 2009, n. 7, p. 52.

PER APPROFONDIRE



- C. Gianino, *La fisica del karate. Analisi teorica dell'energia di impatto di una tecnica di pugno*, in "Didattica delle scienze e informatica", gennaio 2009, n. 259, pp. 43-47.
- C. Gianino, *An MBL Experiment to Analyze the Torque on a Rigid Body*, in "The Physics Teacher", april 2009, n. 47-4, pp. 224-225.
- C. Gianino, *Physics of karate. Kinematics analysis of karate techniques by a digital movie camera*, in "Latin-American Journal of Physics Education", jan. 2010, n. 1, vol. 4.

aspetti didattici: il progetto aiuta a stimolare l'interesse degli studenti per la fisica, mostra la ricchezza culturale della disciplina e la sua potenza di indagine, promuove il senso di appartenenza al sistema scolastico. Inoltre, e non da ultimo, dato che per l'oggetto di studio in questione non si ha un riscontro diretto nei testi e nei manuali scolastici, gli studenti hanno avuto la possibilità di seguire tutte le fasi tipiche di una ricerca scientifica: progettazione, realizzazione, analisi dei dati e presentazione dei risultati.

Capire con il corpo

Per quanto riguarda gli aspetti più pratici del lavoro, vanno di certo sottolineati il ricorso a tecniche e metodi differenti e l'interdisciplinarietà. Le lezioni teoriche sono state organizzate in slide multimediali con l'impiego di animazioni, applets, immagini e filmati e la loro impostazione è stata una continua integrazione fra didattica laboratoriale, studio di casi e discussioni. Durante lo svolgimento del corso si sono effettuate misure originali, integrando apparecchiature di laboratorio sofisticate, quali sensori e sistemi di acquisizione

MEDAGLIE AL VALORE

Il progetto sulla fisica del karate ha ottenuto diversi riconoscimenti nazionali e internazionali. Nel 2009 ha ricevuto il certificato di qualità STELLA (Science Teaching in a Lifelong Learning Approach), con il conseguente inserimento nel catalogo europeo di iniziative di educazione scientifica. Inoltre, è stato individuato dallo stesso catalogo tra le 4 attività didattiche più significative per l'Italia da inserire nell'e-book *Science Education in European Schools – Selected Practices from the STELLA Catalogue* [1].

Il progetto è stato presentato al XCV congresso della Società italiana di fisica con una comunicazione che è stata individuata come seconda migliore comunicazione nella sezione dedicata alla didattica e storia della fisica [2].

L'attività di didattica e ricerca è stata inoltre particolarmente apprezzata anche nell'ambito del karate: durante il corso nazionale di aggiornamento e formazione istruttori e arbitri che si è tenuto nell'ottobre 2009 a Ivrea, è stato dedicato un momento di approfondimento proprio allo studio delle leggi della fisica applicate al karate [3].

PROGETTO PROMOSSO!

Che cosa dicono gli studenti della fisica del karate? Per scoprirlo, abbiamo chiesto loro di compilare un questionario anonimo di valutazione, in cui fornire la loro opinione sia sull'organizzazione del corso sia sulla sua ricaduta didattica.

Il giudizio complessivo è stato nettamente positivo! I ragazzi hanno ritenuto le attività proposte molto stimolanti e hanno dichiarato di sentirsi coinvolti e fortemente motivati e di aver perfezionato la comprensione degli argomenti di meccanica. Quest'ultima affermazione è stata verificata, nell'anno scolastico 2008/09, con una specifica verifica di apprendimento, consistente in un questionario a risposte multiple sugli argomenti sviluppati nel corso e in particolare sulla dinamica dei sistemi. La valutazione è stata molto soddisfacente: il 90% degli studenti ha superato la prova e di questi il 63% ha ottenuto un profitto maggiore o uguale a 7/10.

online, con strumenti più grossolani (bilance da cucina o pesa-persone, dinamometri a molle, metri a nastro ecc.), anche se efficaci.

Nel processo di insegnamento-apprendimento ha giocato un ruolo fondamentale l'impiego della percezione sensoriale da parte del proprio corpo delle grandezze fisiche oggetto di studio: gli studenti, oltre che ascoltare lezioni, vedere applicazioni multimediali, eseguire esperimenti e analizzare dati sperimentali, hanno avuto la possibilità di percepire "fisicamente" i concetti fondamentali della meccanica. Capire con il movimento del proprio corpo il significato di inerzia, la distinzione tra velocità e accelerazione, oppure l'efficacia di una leva, ha sicuramente agevolato il processo di apprendimento della fisica. L'integrazione delle diverse metodologie didattiche e in particolare il diretto coinvolgimento degli studenti in tutti i momenti, privilegiando il "fare per imparare" ha contribuito a migliorare la percezione della fisica come disciplina interessante e concreta, a dimensione umana: non più "roba" per scienziati rinchiusi in misteriosi laboratori di ricerca. ➔



CONCETTO GIANINO

si è laureato in fisica all'Università di Catania nel 1991, cominciando subito a insegnare matematica e fisica nelle scuole superiori. Oggi è docente al liceo scientifico Enrico Fermi di Ragusa ed è ricercatore associato presso la sezione di Catania dell'INFN (Istituto nazionale di fisica nucleare). In ambito didattico, ha pubblicato un libro di introduzione allo studio della fisica sperimentale per i licei e diversi articoli per riviste specialistiche. Da tre anni pratica karate.

I PROBLEMI CHE AIUTANO A IMPARARE

Un intenso lavoro di gruppo, anche con gli strumenti del Web 2.0; un'attenta analisi della realtà circostante; un percorso che parte dai problemi per arrivare alla conoscenza: sono gli ingredienti di un innovativo metodo didattico, preso in prestito dalla medicina.

FABRIZIO BOLDRINI

Euclide, uno dei più noti e influenti matematici della Grecia classica, non ha bisogno di molte presentazioni: basti pensare che la geometria euclidea è stata la sola conosciuta fino al XIX secolo. Qui, tuttavia, intendiamo parlare di un altro Euclide, o meglio Euclides: un progetto europeo di insegnamento delle scienze nelle scuole superiori, direttamente ispirato al matematico greco, che fu anche promotore di un metodo critico nei processi di apprendimento, basato principalmente sul procedere "per problemi". A Euclide, inoltre, si devono un nuovo approccio alla multidimensionalità del sapere, intesa come relazione tra l'elemento cognitivo e il contesto in cui esso si colloca, e la convinzione che il progresso nelle scienze sia sempre frutto di un sapere interdisciplinare, inteso come risultato sintetico di più esperienze. Partendo da queste considerazioni, un consorzio europeo guidato dal Centro studi Villa Montesca di Città di Castello e composto da scuole e istituti di

Un momento della celebre serie tv *Doctor House*, la cui sceneggiatura è basata, in parte, anche su alcune esperienze di Problem Based Learning proposte dal medico americano Howard Barrows.



ricerca italiani, bulgari, ciprioti, spagnoli, rumeni, turchi e greci ha deciso di raccogliere lo stimolo e la provocazione del programma *Apprendere durante tutto l'arco della vita*, lanciato nel 2007 dalla Commissione europea. Obiettivo principale del programma, indirizzato in modo specifico allo sviluppo di progetti per la scuola, era quello di promuovere metodi più stimolanti per l'insegnamento delle scienze.

La proposta del progetto Euclides è stata dunque quella di sperimentare l'applicazione di un metodo interattivo già utilizzato in medicina per la soluzione di problemi complessi e per la definizione del percorso diagnostico. Si tratta del cosiddetto apprendimento basato sull'approccio problematico, come definito negli studi, *Problem Based Learning* (PBL).

Scopo della sperimentazione era promuovere l'interesse e la partecipazione degli studenti e favorire la crescita delle loro competenze di tipo analitico. Nell'ambito del progetto, il metodo è stato testato in 22 scuole europee, per un totale di 27 classi e più di 600 soggetti coinvolti (studenti e docenti). La metodologia PBL è stata sperimentata in due curricula: scienze ambientali e scienze naturali.

Ragionare come un medico

Il PBL è un approccio totale alla formazione che chiede agli studenti di accettare la sfida di imparare attraverso un impegno attivo rispetto a problematiche della vita reale.

Il metodo venne utilizzato per la prima volta come approccio pedagogico vero e proprio nel 1960 alla McMaster University Medical School (Ontario, Canada), nel tentativo di ristrutturare l'istruzione scolastica medica e consentire agli studenti di applicare le loro conoscenze scientifiche ai problemi clinici.

È con l'approccio proposto nel 1980 dal medico americano Howard Barrows (uno dei primi sperimentatori del metodo) che il problema assume una natura prettamente didattica; anzi, si potrebbe dire che diventa parte essenziale della prassi didattica stessa. Per tale ragione, come risulta dalle esperienze condotte nella facoltà di medicina di Adelaide (Australia) nei primi anni del XXI secolo, occorre che al facilitatore a capo di un gruppo di studenti siano attribuiti compiti di "maieutica". Agli studenti partecipanti a queste esperienze è stato presentato un caso clinico (problema) ed è stato chiesto loro di trovare una soluzione (diagnosi) attraverso un processo critico-investigativo rigoroso e scientifico.

Punto primo: definire il problema

La caratteristica principale del PBL è quella di prevedere un lavoro di squadra volto a creare e accrescere le capacità di comunicazione. Partendo da un problema reale, il più possibile vicino agli studenti, si sviluppa una ricerca individuale e di gruppo che, in modo critico, analitico e creativo, porta alla definizione della possibile soluzione e alla comunicazione efficace delle conclusioni.

In ambito didattico, di solito l'identificazione del problema è una scelta del docente e gli studenti non devono venirne a conoscenza fino al momento della presentazione. Questo perché in termini critici e argomentativi lo scienziato deve poter utilizzare gli elementi di contesto a prescindere dalla personale relazione con esso. Cioè, per tornare alla medicina, il medico non sceglie le malattie con le quali confrontarsi. Una volta presentato, il problema diventa "proprietà" del gruppo. Con tale termine tradotto dall'inglese *ownership* si identifica la relazione forte tra il sapere e il detentore del sapere, che non è più esclusivo del docente ma diventa proprietà della classe.

Nelle sperimentazioni didattiche del progetto Euclides, invece, il problema di partenza è stato in un certo senso "negoziato" a seguito di una discussione fra studenti e docenti. Questo perché una delle finalità del progetto era richiedere alle classi di compiere un lavoro relativo alla conoscenza del proprio territorio, per cui era opportuno individuare insieme il contesto di partenza.

A caccia di informazioni

È emerso con chiarezza che gli studenti hanno considerato di grande interesse confrontarsi con le scienze della vita e in particolare con i problemi legati all'ambiente e alle conseguenze delle attività antropiche sugli ecosistemi locali. Tuttavia, non è mancato l'interesse anche per temi di respiro globale, come la minaccia di estinzione degli anfibii a causa del mutamento climatico, o la difficoltà di accesso alle fonti idriche, vissuta da una grande percentuale dell'umanità.

Una volta definito il problema, gli obiettivi sono concretizzati d'accordo con gli studenti sulla base della loro analisi del problema stesso. E raggiungerli è un obbligo formale: fa parte del patto di "coproprietà".

Una sessione di formazione di gruppo non è considerata completa finché a ogni studente non è stata data l'opportunità di riflettere sulle sue opinioni iniziali per quanto riguarda la "diagnosi" e di assumersi la responsabilità degli obiettivi di

SPAZIO AL DOCENTE

Perché gli anfibii stanno scomparendo? A partire da questa domanda gli studenti di una terza classe del liceo scientifico Galileo Galilei di Perugia si sono interrogati, nell'ambito del progetto Euclides, sul tema della biodiversità. "Linx Magazine" ne ha parlato con la loro docente di scienze, Daniela Ambrosi.

Professoressa Ambrosi, come si è svolto il lavoro in classe?

Prima di tutto il docente deve stabilire come strutturare l'approccio del Problem Based Learning nell'ambito del programma. Nel caso specifico, con la collaborazione del Centro studi Villa Montesca ho elaborato un percorso sul tema della biodiversità, che ho introdotto in classe con un articolo pubblicato dalla rivista "Nature" a proposito della sesta estinzione di massa che sarebbe in corso sul nostro pianeta e che interesserebbe soprattutto gli anfibii. Poi ho suddiviso la classe in gruppi, affidando a ciascuno il compito di indagare su un aspetto particolare del problema (perché gli anfibii sono i primi organismi a dare l'allarme in caso di crisi ambientale? Che relazioni ci sono tra gli animali e l'ambiente in cui vivono?). Periodicamente, ciascun gruppo riportava al resto della classe le risposte a queste domande o ad altre sorte *in itinere*.

L'approfondimento didattico si è limitato alla biodiversità?

No. A partire da questo tema ne abbiamo sviluppati altri, dalla scienza del clima all'anatomia. La pelle è l'organo sensibile degli anfibii e abbiamo studiato come è fatta e come funziona in questi e in altri animali.

Ci sono state anche esperienze pratiche?

Sì, abbiamo osservato la metamorfosi dei girini sia in classe (dove abbiamo realizzato un piccolo acquario) sia all'aperto. Ci siamo anche imbattuti in un nuovo problema: in acquario non siamo mai riusciti a far completare la metamorfosi ai girini.

Qual è il giudizio complessivo sul progetto?

Decisamente positivo. Gli studenti partecipanti erano più motivati del solito, riuscivano a esprimere al meglio le proprie capacità, si sentivano protagonisti e si sono divertiti. Per essere una metodica davvero efficiente, tuttavia, richiederebbe molto più tempo. Forse la situazione migliorerà con la riforma, almeno nei licei. *V.M.*



REN WEST / LICENZA CC-SA



🕒 **Presentazione finale dei risultati di un'attività didattica nell'ambito del progetto Euclides. Anche in questo caso sono protagonisti i ragazzi.**



FABRIZIO BOLDRINI

è direttore del Centro studi Villa Montesca e coordinatore del progetto Euclides e di altri progetti europei di ricerca su temi di didattica, educazione e prassi pedagogiche. È autore di varie pubblicazioni sull'educazione degli adulti e le sperimentazioni educative nella scuola secondaria. È in prossima uscita per Franco Angeli un suo libro sulle modalità di apprendimento a scuola attraverso l'intelligenza emotiva.

apprendimento che sono stati stabiliti. Dopo la sessione di formazione, i ragazzi si impegnano in una sessione individuale di studio. Non ci sono di solito libri di testo o documenti suggeriti e gli studenti sono completamente autonomi e liberi di scegliere le informazioni che stanno cercando per conto proprio. Questa ricerca di fonti e di risorse individuali può stimolare un utilizzo critico delle informazioni "scoperte" su Internet.

Apprendimento in sette mosse

Nella definizione di un quadro di apprendimento basato sui problemi, particolare importanza viene data al lavoro di gruppo dei docenti, intesi come tutti coloro che assumono un ruolo di guida e riferimento nel raggiungimento degli obiettivi. Ai docenti spetta il compito di individuare non solo un ambito tematico, ma anche un luogo dell'apprendere, nel senso espresso dallo psicologo sovietico Lev Vygotskij, che ha definito l'importanza dell'ambiente di apprendimento considerato elemento centrale della crescita cognitiva. Questo risultato è ottenuto dividendo gli studenti in piccoli gruppi e offrendo loro elementi di discussione che fungano da stimolo. In particolare, il processo didattico prevede alcuni passi fondamentali, per cui viene di solito definito metodo a 7 step. Eccoli:

1. Definire i termini organizzativi della discussione del problema e i ruoli degli studenti (setting);
2. analizzare i contenuti del problema (scenario);
3. stabilire quali sono gli elementi conosciuti dai singoli

LA PAROLA AI RAGAZZI

Vladislav (Bulgaria, Vassil Levski School): ho appreso che le scienze sono materia di vita. Cioè attraverso le scienze si può capire ciò che ci circonda. Nella nostra scuola siamo partiti da un disastro ecologico avvenuto nei pressi di Sofia e abbiamo scoperto che a causarlo erano stati i lavori di un canale voluti da Todor Živkov, il primo ministro dell'epoca comunista.

Margarita (Grecia, Peramaitiko School): nella nostra isola di Creta in questi ultimi anni c'è stato un notevole aumento della presenza di mosche. Abbiamo cercato di analizzare e verificare le cause. Analizzare i problemi e cercare di tirare fuori quello che già sapevo mi ha aiutato a vedere le scienze come qualcosa di molto entusiasmante.

Filippo (Italia, liceo scientifico): abbiamo lavorato molto sugli anfibi, ricercando le cause della loro estinzione e proponendo soluzioni per la salvaguardia dell'ambiente. È stato particolarmente motivante il lavoro online con la piattaforma e interessante il confronto con scuole di altri paesi.

Alessio (Italia, istituto tecnico): bella esperienza, soprattutto l'approccio problematico alle materie scientifiche e il lavoro di gruppo. Mi hanno stimolato molto l'utilizzo delle tecnologie informatiche e il dialogo con studenti di scuole europee.

che vengono messi a disposizione del gruppo (ciò che si sa già);

4. individuare gli obiettivi di apprendimento, al fine di elaborare le strategie necessarie per arrivare alla soluzione;
5. definire un'ipotesi di soluzione e verificarne la consistenza;
6. definire la soluzione in termini argomentativi (la difesa del sapere);
7. consentire la valutazione singola e di gruppo dell'effettiva crescita delle conoscenze.

In quest'ultima fase della procedura, molta importanza è data alla discussione di gruppo e alla capacità di negoziare e condividere con gli altri membri le soluzioni ipotetiche che sono state individuate. Deve inoltre essere sviluppata e messa in evidenza la capacità di ciascun membro del gruppo di eseguire quello che viene definito "backup" e cioè lo sviluppo documentato e argomentato di un proprio punto di vista specifico. Oltre ad accrescere la relazione fra conoscenza e argomentazione critica, questo passaggio permette a tutti i membri del gruppo di beneficiare dei risultati degli altri.

Piattaforma sul Web

Tra le novità proposte dal progetto Euclides c'è anche quella di una piattaforma online per l'apprendimento a distanza (Open Distance Learning), progettata e ingegnerizzata ad hoc sia



CORTESIA CENTRO STUDI VILLA MONTESCA

DA MONTESSORI A EUCLIDES

Il Centro studi Villa Montesca, fondato nel 2001, ha sede nel luogo – Villa Montesca a Città di Castello, appunto – in cui Maria Montessori venne chiamata dai Baroni Alice e Leopoldo Franchetti a svolgere le prime esperienze pedagogiche e dove ebbe modo di pubblicare per la prima volta il suo celebre metodo. Oggi il centro sviluppa ricerche e progetti nel settore della didattica innovativa, con particolare riferimento alle nuove tecnologie della comunicazione.

TUTTI I MEMBRI DI EUCLIDES

Progetto Euclides – Comenius (Enhancing the Use of Cooperative Learning to Increase Development of Science studies)

Coordinatore

Centro studi e formazione Villa Montesca (IT)

Partners

- Università degli studi di Perugia – Scuola di specializzazione per l'insegnamento secondario (SSIS Perugia) (IT)
- Provincia di Perugia (IT)
- Centre for educational initiatives association CEI (BG)
- Department of information and in-service training of teachers (BG)
- IMCS Intercollege Ltd (CY)
- Confederacion española de centros de Enseñanza (ES)
- Grup scolar tehnic de transporturi cai ferate (RO)
- Casa corpului didactic iasi (RO)
- Bolu il milli eğitim müdürlüğü (TR)
- University of Crete, Natural history museum of Crete (EL)

per supportare la collaborazione dei ragazzi con la propria comunità educativa, anche attraverso l'utilizzo di *social network*, sia per favorire la dimensione europea dello scambio di idee e di saperi, attraverso la comunicazione di risultati e prodotti fra classi.

L'uso della piattaforma migliora la comunicazione tra gli studenti, nonché la loro dimensione sociale e lo scambio di conoscenze; attraverso questo strumento, inoltre, i ragazzi possono analizzare problemi, sviluppare idee e condividerle, provare ipotesi e cercare soluzioni efficaci. Grazie agli strumenti del Web 2.0, piegati a un utilizzo didattico, gli studenti si sono impegnati a condividere un processo di problem solving con un forte accento esperienziale.

Abbiamo verificato che l'ambiente di e-learning ha consentito di esplicitare anche visivamente le varie fasi del progetto, accompagnandole con lo specifico supporto di un tutor a distanza, anche con lo scopo di verificare la solidità e veridicità delle informazioni individuate.

La piattaforma utilizzata dal progetto Euclides è a disposizione di tutte le scuole che vogliono realizzare questa esperienza e partecipare alla comunità delle classi europee.

Per richiedere copia del metodo e la password per accedere alla piattaforma si può consultare il sito web www.montesca.it oppure inviare un'email all'indirizzo info@montesca.it.

Agire in piena autonomia

Grazie all'approccio proposto dal progetto Euclides, gli studenti diventano "risolutori di problemi" e come tali sono in grado di individuare la radice del problema e le condizioni necessarie al fine di trovare una buona soluzione.

La trasmissione del sapere cambia il suo ambiente tipico e sviluppa un terreno di scelta cooperativa all'interno del quale anche il docente deve accettare di mettersi in gioco. In una dinamica "sapida", come avrebbe detto il matematico medievale Kirik, il maestro accetta di non sapere e si mette alla guida dei ragazzi per aiutarli (come guida) nella ricerca delle soluzioni possibili.

È importante sottolineare come in questo processo lo studente acquisisca conoscenze consentendo a un dato problema di agire come uno stimolo. In questo modo, è guidato dal problema stesso a scoprire le informazioni di cui ha bisogno per capire e affrontare tutti i nessi esistenti fra il problema scelto, le sue cause e concause e le possibili soluzioni.

L'intero metodo abbraccia l'idea che l'apprendimento sia un processo in cui lo studente non è più un soggetto passivo, ma esercita invece un ruolo attivo nel costruire la propria conoscenza, come fulcro dell'azione educativa che opera in piena autonomia. ➔

Quando le luci in sala si spengono l'emozione diventa fortissima, quasi palpabile. Ancora pochi istanti, e sul maxischermo del cinema compariranno i video girati dagli stessi ragazzi presenti in sala. Un impatto ben diverso rispetto a quello dei "soliti" filmati fatti con il cellulare e caricati su YouTube. Qui si tratta di un film "vero", per quanto breve, girato con una telecamera e proiettato davanti a una platea "vera". La proiezione pubblica dei video degli studenti è, da tre anni a questa parte, il momento culminante del progetto *Pellicole per l'ambiente*, organizzato a Bologna, e da quest'anno anche a Modena e Rimini, dal Centro studi Antartide, che si occupa di educazione e comunicazione ambientale, in

collaborazione con la Cineteca di Bologna e, di volta in volta, con eventuali altri soggetti pubblici o privati. Per l'edizione 2009, la sesta, è entrata in gioco anche Hera, l'azienda municipale per i servizi pubblici di energia, acqua e ambiente. Un progetto complesso che, oltre al laboratorio video, prevede la proiezione di film scelti ad hoc rispetto a un particolare tema, sia per le scuole, durante la mattina, sia in serate aperte a tutta la cittadinanza. Lo scorso anno si è ragionato in particolare su due argomenti (strettamente collegati tra loro): l'impatto dell'uomo sulla Terra e i rifiuti, in particolare quelli elettrici ed elettronici. In edizioni precedenti ci si era occupati di acqua, energia, biodiversità e alimentazione.

La parola al blockbuster

«L'idea originale del progetto era quella di promuovere nei vari ordini e gradi di scuole – dalle elementari alle superiori – un approccio alle tematiche ambientali centrato sul cinema e sull'immagine», racconta Marco Pollastri, coordinatore del progetto per il Centro studi Antartide. «Ovviamente, eravamo interessati a parlare di ambiente con i più giovani, ma ci siamo resi conto abbastanza in fretta che proprio su questi argomenti i bambini e i ragazzi sono letteralmente bombardati, sia a scuola sia fuori, da un flusso continuo di informazioni. Così abbiamo pensato di proporre non tanto nuove informazioni, quanto un metodo di riflessione e per farlo abbiamo deciso di passare attraverso il linguaggio delle immagini».

DAVANTI ALLO SCHERMO, DIETRO ALLA TELECAMERA

A Bologna cinema da vedere e da fare per promuovere a scuola l'educazione ambientale. Coinvolgendo anche il resto della cittadinanza.

■ ■ ■ ■ ■
VALENTINA MURELLI



📷 Due fotogrammi del filmato *La rivolta dei RAEE* realizzato da scuole superiori di Bologna nell'ambito di *Pellicole per l'ambiente 2009*.

👉 Al cinema si entra pagando parte del biglietto in rifiuti elettronici: ecco un momento della raccolta.



In un primo momento, l'idea si è tradotta in una rassegna cinematografica piuttosto canonica: si organizzavano, al mattino, visioni di film che in qualche modo trattavano questioni ambientali, e si chiudeva l'incontro con un dibattito guidato da esperti. In genere, accordando la preferenza a film di larga diffusione e recenti, da *Ultimatum alla Terra* a *Wall-E*, da *Ratatouille* a *Super size me*. «I film commerciali ci aiutano non solo a collocare il tema in contesti noti ai ragazzi, ma anche ad avvicinare i più giovani al cinema», spiega Pollastri. «Diamo per scontato che ci vadano, e anche spesso, ma non è affatto così. Ci è capitato più volte di incontrare adolescenti che mettevano piede in un cinema per la prima volta nell'ambito del nostro progetto».

Liberi di riprendere

A partire dal 2006, però, l'offerta didattica si è arricchita, con l'introduzione di un laboratorio che precede la visione del film e in cui si realizza parte di un cortometraggio collettivo sempre dedicato al tema della rassegna. Funziona così: circa un mese prima della rassegna, che si svolge di norma a novembre, un gruppo di operatori del Centro Antartide si reca nelle classi che lo abbiano richiesto per un incontro della durata di tre ore, organizzato

in tre momenti. Il primo prevede una formazione minima sul tema (per esempio i rifiuti) che comunque è stato introdotto in precedenza dai docenti, il secondo la spiegazione di alcune nozioni tecniche di base sulla realizzazione di un video e il terzo il passaggio all'azione: i ragazzi sono lasciati liberi di fare le loro riprese, in base alla "sceneggiatura" concordata in classe. Il materiale necessario è fornito dal centro. «In realtà, noi portiamo solo la telecamera, che affidiamo agli studenti: non ci sono scene o costumi», precisa Pollastri.

Operazione intervista

Visti i limiti di tempo e di materiale a disposizione, la modalità narrativa preferita dai ragazzi è quella dell'intervista: in presa diretta, ai passanti fuori dalla scuola, che vengono intervistati sui loro livelli di informazione rispetto al tema trattato (per esempio, la raccolta differenziata di rifiuti) oppure doppia, stile *Le iene*. In questo caso, due studenti mettono in scena la contrapposizione tra comportamenti individuali corretti o scorretti. «È una modalità mutuata direttamente dalla tv e ci siamo accorti che sta diventando sempre più frequente», afferma Pollastri. Altre volte, invece, i ragazzi scelgono di girare brevi documentari, o anche microspot. «Il video deve durare in tutto 2-3 minuti, che

sembrano pochi ma, soprattutto per ragazzi inesperti, sono tantissimi. Alla fine – ed è questo il nostro unico intervento – noi lo montiamo, in tutto o in parte, insieme ai video prodotti da altre classi dello stesso ordine scolastico, per produrre un cortometraggio collettivo di 6-8 minuti», afferma Pollastri. Così, ce ne sarà uno delle scuole elementari, uno delle medie e uno delle superiori. In pratica si lavora in serie: la prima classe con cui si incontra il gruppo di operatori del centro detta la linea, che viene seguita dalle classi incontrate in seguito, per evitare di arrivare a un prodotto troppo eterogeneo. «Cerchiamo anche di prestare attenzione al particolare curriculum didattico di ciascuna scuola», racconta Pollastri. «Per esempio, lavorando sul tema dei rifiuti elettrici ed elettronici in un istituto alberghiero, ci siamo concentrati sui rifiuti di questo tipo che possono essere prodotti nella grande cucina di una mensa o di un ristorante. Questo ci permette di evitare ripetizioni, di modulare variazioni sul tema».

Imparare a comunicare

Ma qual è il valore didattico di un approccio di questo tipo? «L'aspetto principale è che permette di affrontare un tema in modo indiretto, ma approfondito, facendo acquisire consapevolezza agli studenti quasi senza che se ne accorgano», afferma



PELLICOLE PER
L'AMBIENTE 2009 -
MODENA





il responsabile del progetto. «I ragazzi capiscono che non basta avere in mano una telecamera per dire qualcosa di significativo e che, anzi, bisogna sapere esattamente, già prima, che cosa si intende comunicare. Il punto è che con il tempo e i mezzi a disposizione non tutto è fattibile. Quindi, occorre avere chiaro in mente ciò di cui si vuole parlare e come si vuole farlo. E tutto questo non è possibile se non c'è stato un precedente momento di approfondimento e di presa di coscienza del tema. In questo senso, quello che facciamo è una sorta di apprendistato alla comunicazione sociale».

Pile esauste per entrare al cinema

Nel caso dell'ultima edizione, inoltre, il progetto di produzione e visione di video è stato affiancato da una campagna di raccolta di rifiuti elettrici ed elettronici, sempre organizzata dal Centro studi Antartide in collaborazione con il gruppo Hera e diretta alle scuole, ma anche ai cittadini. «Abbiamo allestito punti di raccolta nelle scuole. In più, in occasione delle proiezioni, sia quelle diurne scolastiche sia quelle serali aperte a tutti, abbiamo invitato gli spettatori a pagare parte del prezzo del biglietto con rifiuti elettrici o elettronici, come pile esauste,

toner di stampanti, cellulari vecchi e così via», racconta Pollastri. «Questo significa che, a differenza di quanto accade per una rassegna tradizionale, si comincia a riflettere sul tema ancora prima di entrare in sala. Di fronte alla richiesta di portare a scuola dei RAEE (rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche, NdR) i ragazzi si interrogano: che cosa sono? Li abbiamo in casa? Quanti ne dobbiamo portare? E così via. Nel caso specifico, questo passaggio li aiuta a capire che nelle nostre vite i rifiuti elettronici sono molto diffusi e che esiste un problema di smaltimento. A questo punto, noi possiamo intervenire anche con informazioni concrete, per esempio indicando i punti di raccolta adatti».

Comunicazione diffusa

E non è finita, perché un approccio di questo tipo ha anche il potere di veicolare e diffondere le informazioni ben al di fuori della classe, raggiungendo sia altri giovani sia adulti: un vantaggio innegabile per chi si occupa di educazione ambientale e ha bisogno di rivolgersi a un pubblico il più ampio possibile. «Sempre per la campagna di sensibilizzazione sui RAEE stiamo pensando di proiettare i video dei ragazzi nell'ambito di serate

organizzate appositamente per le famiglie oppure in realtà territoriali circoscritte come i quartieri. Si tratterebbe di serate a tema, in cui si guardano i video e poi un esperto racconta quali sono i sistemi di raccolta differenziata e a che cosa servono, per incentivare i cittadini a utilizzarli», spiega Pollastri. Questo per quanto riguarda la comunicazione da giovani ad adulti, ma c'è anche quella da ragazzi a ragazzi: «Con il nostro supporto, ma anche autonomamente, gli studenti che hanno partecipato al progetto organizzano a scuola visioni collettive dei loro video, che coinvolgono anche i compagni di altre classi, a cui viene spiegato il lavoro fatto. E a cui sono indirettamente trasmesse informazioni». ➔



IN RETE!

Centro studi Antartide Sito del centro, con tutti i dettagli dell'iniziativa e i link ad alcuni filmati. www.centroantartide.it



VIDEO OLTRE CONFINE

E per le classi che volessero partecipare alla rassegna *Pellicole per l'ambiente* senza l'impegno del laboratorio? Nessun problema, c'è spazio anche per loro, grazie alla sezione speciale *Focus on*, con film, documentari o cortometraggi dedicati a un tema ambientale specifico (nel 2009 l'impatto dell'uomo sulla Terra), magari non molto noti e di respiro internazionale.

È il caso di *Natura morta con muro*, scritto e girato da Rasha, una studentessa di inglese, e Ahmad, apprendista insegnante. Entrambi vivono a Jalbun, piccolo villaggio della Cisgiordania, proprio a ridosso del muro di contenimento eretto da Israele lungo il confine, come difesa da eventuali attacchi terroristici. Il loro documentario tocca alcune questioni ambientali rilevanti per il villaggio, dalla qualità dell'acqua ai rifiuti, partendo proprio dal suo "cuore": un giardino con giochi per bambini realizzati a partire da vecchi pneumatici.

Il documentario è stato realizzato con la collaborazione del Centro studi Antartide nell'ambito di un progetto internazionale di cooperazione allo sviluppo in Palestina promosso dal Comune di Modena, Nexus Emilia Romagna e l'associazione Modena incontra Jenin, con il contributo della Regione Emilia Romagna.

PER FARE SCIENZA CI VUOLE STORIA. E FILOSOFIA

Le conoscenze scientifiche sono ormai fondamentali per vivere appieno la nostra società. Perché siano davvero efficaci, però, si devono accompagnare a un articolato approfondimento sul contesto storico e filosofico che ha portato alla nascita delle varie teorie.



FRANCESCO MARIA SCARPA



Siamo nani sulle spalle di giganti? Di certo, quando Isaac Newton, nel Seicento, riprese questa frase del filosofo francese Bernardo di Chartres, non lo fece in forma di domanda, ma di evocativa affermazione metodologica.

Ora siamo in un nuovo millennio e siamo in Italia: è possibile pensare, dopo quasi quattro secoli, che quel principio così caro al cattedratico di Cambridge sia ancora valido per il nostro sistema culturale e didattico? Newton coglieva l'essenza della costruzione di un futuro di conoscenze nel radicamento nel passato. Non di un passato che è pesante zavorra; piuttosto, lo scienziato inglese immaginava un trampolino: un gigante, appunto, dalle cui spalle osservare un mondo nuovo. Un passato che vive ed è motore della ricerca moderna.

Il bello della scienza

Percepire la scienza come qualcosa di "bello", perché è un'impresa umana, che permette di ripercorrere le vicende, appassionate e appassionanti, di tanti uomini e donne che hanno scelto di fare il mestiere di scienziato e perché insegna a pensare e a usare un metodo critico per interpretare la realtà: sono queste le motivazioni che troverei più convincenti



FRANCESCO MARIA SCARPA

è dottore di ricerca in fisica e ha conseguito nel 2003 il Master in comunicazione della scienza della Sissa di Trieste; da anni è impegnato in attività di divulgazione scientifica e di ricerca nel campo della storia della fisica, della didattica e della filosofia della scienza. È autore del saggio *Una rivoluzione mancata* (Bollati Boringhieri, Torino 2008) e ha curato il volume *Un arcobaleno di domande* (Dedalo, Bari 2004) e i report 2006/2009 del Ceinge – Biotecnologie Avanzate di Napoli.

nell'avvicinarmi allo studio della scienza. È un diverso senso "estetico ed etico" che dovrebbe veicolare la divulgazione e l'apprendimento dei concetti scientifici. Eppure, raggiungere questo obiettivo non è facile. Non sempre, per esempio, i testi di materie scientifiche, pur assolvendo al tradizionale compito di guidare all'apprendimento delle discipline, riescono a cogliere nella sua intrezza l'importanza di una visione storicizzata della scienza, dove la realtà della ricerca scientifica possa essere intesa soprattutto come un'avventura personale e sociale di ieri e di oggi. Al contrario, spesso i riferimenti storici sono semplici contenuti aneddotici o storiografici, che banalizzano il processo scientifico anziché esaltarlo.

Storia sì, ma quale?

Il fisico Richard P. Feynman scriveva nel 1985 a conclusione del suo saggio *QED. La strana teoria della luce e della materia*:

MECCANICHE A CONFRONTO

Il grande scienziato e filosofo austriaco Ernst Mach nel 1883 scrisse un celebre saggio dal titolo *La meccanica nel suo sviluppo storico critico*. In questo testo, Mach ripercorreva la storia della meccanica, muovendo una dura critica alla formulazione sviluppata da Isaac Newton nel Seicento. Senza togliere nulla alla genialità di Newton, Mach evidenziava alcuni punti deboli della sua teoria, soprattutto laddove lo spazio e il tempo erano assunti come concetti assoluti piuttosto che come enti relazionali. Nel paradigma newtoniano la dinamica di un sistema fisico è ricondotta al concetto primario di forza/causa: circoscritta la causa responsabile del moto, l'evoluzione nel tempo del sistema è univocamente determinata istante per istante. Nella visione di Mach, invece, i fondamenti della teoria meccanica si costruiscono sui concetti di energia e di lavoro. Mach non guardava al dettaglio spazio-temporale del moto, ma piuttosto era interessato a cogliere la potenza di principi universali (come le leggi di conservazione) con i quali interpretare i moti nel loro insieme.

Percorsi differenti per una stessa soluzione

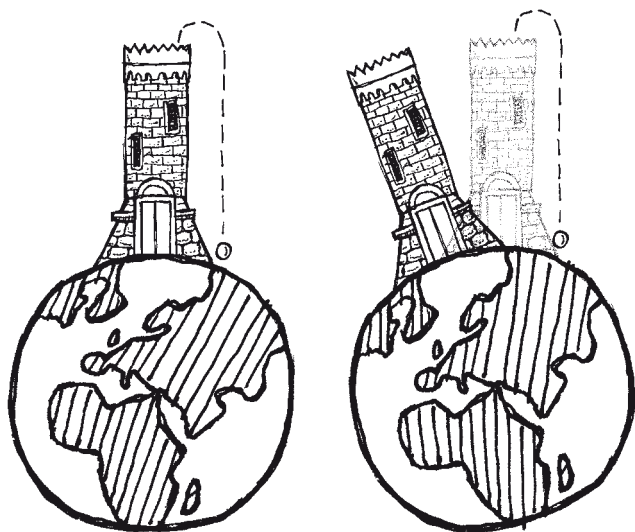
Veniamo ora a un esempio semplice, in chiave didattica, che può rendere l'idea della diversità tra questi due paradigmi, mostrando come l'approfondimento storico ed epistemologico di un problema tecnicamente elementare nasconda una complessità concettuale che può arricchire significativamente un percorso didattico.

Sia negli istituti tecnici sia nei licei, il programma di fisica prevede di norma lo studio del moto di un grave, cioè di un corpo in movimento e soggetto alla sola forza di gravità. Ebbene, è possibile impostare le leggi cinematiche del moto del grave in caduta e ricavare, per esempio, i valori della velocità finale o del tempo di caduta, note le condizioni iniziali. Questo è un modo, per così dire, "newtoniano" di impostare il problema. Diversamente, si può rappresentare la stessa situazione fisica in termini energetici, per dirla "alla Mach". Si tratta di definire le energie potenziali e cinetiche del grave a inizio e fine moto, costruendo con queste grandezze un'equazione che deriva dalla legge di conservazione dell'energia. L'obiettivo finale è sempre lo stesso: trovare i valori di quelle variabili fisiche che il problema ci richiede (come l'altezza di caduta, la velocità finale ecc.). Sono tuttavia possibili due approcci complementari, che hanno una sostanziale equivalenza nei risultati, ma che nascondono una contrapposizione spesso ricorrente nella storia della scienza: la contrapposizione tra teorie induttivo/olistiche, che descrivono le proprietà globali dei fenomeni, e teorie deduttivo/riduzioniste, che ne descrivono le caratteristiche microscopiche ed elementari.

«Quella che ho appena delineato è una 'storia della fisica vista da un fisico', una storia, cioè, che non è mai del tutto veridica, una specie di storia mitico-convenzionale che i fisici raccontano ai loro studenti, i quali la raccontano ai loro studenti, e che non è necessariamente collegata all'effettivo sviluppo storico (a me peraltro sconosciuto!)». Il geniale ed eclettico fisico americano coglieva provocatoriamente un punto essenziale alla nostra riflessione metodologica. Uno snodo cruciale che si potrebbe sintetizzare nelle domande seguenti. Premessa l'efficacia di una didattica delle scienze centrata sulla storia del pensiero, in quale storia della scienza ha valore identificarsi? In un puro contenitore di eventi, memorie, cronologie e biografie? In una sterile successione di aneddoti? In una storia acritica di scoperte e d'invenzioni? In una fittizia genealogia delle teorie scientifiche?

Indispensabile filosofia

La storia della scienza a cui alludiamo, pur costituendosi nell'insieme di tutti questi significanti, non si esaurisce nella loro semplice sovrapposizione. Esiste un nuovo e differente ingrediente che può senza dubbio sostanziarla: la filosofia della scienza. Come infatti ammoniva lo storico ed epistemologo ungherese Imre Lakatos, parafrasando Kant: «La storia della scienza senza filosofia della scienza è vuota, ma la filosofia della scienza senza storia della scienza è cieca». I legami tra la storia e la filosofia della scienza sembrano metodologicamente inscindibili. Un'analisi storica che prescindendo dallo studio dei fondamenti logici delle diverse teorie scientifiche, nonché dall'inquadramento socioculturale delle stesse, può generare interpretazioni semplicistiche dello sviluppo del pensiero scientifico. Una semplificazione nell'analisi storica, unita a una certa dose di idealizzazione retorica del progresso scientifico, ha prodotto



IL SASSO DI GALILEO

La storia della scienza non è oggettiva né lineare, come illustra il dispiegarsi dello sviluppo di conoscenze che portò alla meccanica classica. Per primo Copernico mise il Sole al centro del Sistema solare, quindi Tycho Brahe misurò il moto dei pianeti e Keplero, con l'ausilio di questi dati, formulò le tre leggi fondamentali del moto dei pianeti. Newton, infine, tirò le fila del tutto con la legge di gravitazione universale.

Questo sviluppo, però, non è stato affatto progressivo: anzi, è passato attraverso dispute, nuove interpretazioni di vecchi concetti e, soprattutto, molteplici cambiamenti radicali dei sistemi di riferimento. Si pensi a come per dimostrare la rotazione terrestre si sia dovuto cambiare completamente quadro concettuale: nel *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, per rispondere alle obiezioni alla rotazione della Terra, Galileo fa l'esempio di un sasso che cade da una torre. È esperienza di tutti che un sasso lasciato cadere da una torre arrivi al suolo ai suoi piedi. Se però si assume che la Terra ruoti su sé stessa ci si aspetta di veder cadere il sasso distante dalla torre. Il fatto che esso cada comunque ai suoi piedi sembra confutare la concezione copernicana, che invece rimane valida se si cambia il sistema di riferimento e si modifica il quadro concettuale con cui si osserva il sasso che cade: il moto del sasso, prima considerato assoluto, diventa relativo. *B.R.*

– anche in molti scienziati – un atteggiamento teso a escludere i contrasti interni alla scienza, secondo un'ingenua e univoca interpretazione razionale di ogni dinamica culturale.

Ancor oggi è molto diffuso un atteggiamento positivista che tende a sostenere una ragione scientifica unica davanti ai conflitti interni alla scientificità. Questa posizione rischia di schiacciare quella complessità storica e filosofica che è stata il vero motore dello sviluppo scientifico, fatto anche di grandi rivalità tra modelli di realtà alternativi e di grandi scontri tra gli scienziati che in epoche diverse li hanno sostenuti.

Oltre il punto di vista dei “vincitori”

Da un punto di vista didattico, promuovere ricerche incrociate in ambito storico e filosofico, che facciano emergere una giusta dimensione critica nello studente, consentirebbe di proiettare gli usuali contenuti scientifici su un piano culturale

più ampio e probabilmente anche più avvincente. Inoltre, aiuterebbe a superare un limite spesso presente in tradizionali ricostruzioni storiche di discipline scientifiche, e cioè il fatto che il più delle volte si tratta di contributi alla storia dei “vincitori”: genealogie di teorie, sicuramente vincenti, che però non esauriscono le ragioni scientifiche e sociali di grandi cambiamenti nella storia del pensiero, né spiegano il passaggio da un paradigma scientifico a un altro.

Al contrario, dare spazio alla molteplicità delle idee che hanno delineato il pensiero scientifico, con una qualità e originalità che sia attenta a quegli aspetti storici, sociologici e culturali che ne relativizzano il senso, dovrebbe essere a fondamento di una nuova alleanza tra docente e studente che prescindano dalla sola attenzione per equazioni, teoremi, formalismi e contenuti in generale.

Strumenti di cittadinanza

Guardare al proprio tempo e al futuro, riflettendo sul passato. Ritorniamo così alla domanda iniziale: Siamo nani sulle spalle dei giganti? La risposta al momento rimane aperta, nella speranza di parlare ai giovani studenti come a quei cittadini di domani, il cui bagaglio di conoscenze scientifiche è necessario a vivere pienamente la società contemporanea. Bagaglio che, in realtà, più che su conoscenze statiche, deve essere fondato sulla consapevolezza di come la scienza pervada la nostra vita, e di come le principali questioni su cui la società di oggi e di domani deve decidere siano ad alto tasso di scientificità: dalla gestione delle risorse energetiche alla prevenzione e cura delle malattie, dalla fecondazione artificiale alla protezione dai disastri naturali. Si tratta, in definitiva, di fornire gli strumenti per una piena cittadinanza scientifica. Tra questi, in particolare, la capacità di attenzione per il divenire continuo delle scienze. ➔

LARGO AL CERVELLO, ANCHE A SCUOLA

Sempre più spesso si parla di neuroscienze e, in futuro, occuparsene diventerà quasi necessario anche per questioni sanitarie. Ma ha senso portarle in classe? E con quali strategie didattiche? Un giornalista scientifico indaga.

■ ■ ■ ■
DONATO RAMANI

Sono le quattro e trenta del mattino sulla strada 40 nei pressi di Neupolis. Cody, 19 anni, è alla guida della sua automobile. Al suo fianco c'è Anna, 18 anni. All'improvviso, una macchina sbucata da chissà dove punta dritta su di loro. Cody cerca di evitarla, ma perde il controllo del mezzo che esce dalla carreggiata, schiantandosi. Anna, priva di sensi, è trasportata via da un elicottero di soccorso, mentre per Cody non c'è più niente da fare. Ai detective accorsi sulla scena non resta che scoprire chi ha ucciso Cody. Un indizio su tutti appare importante: una lattina di birra trovata sull'asfalto.



SCIENCE CENTRE IMMAGINARIO SCIENTIFICO - TRIESTE



Le malattie del sistema nervoso, direttamente o indirettamente, ci riguardano tutti

N-Squad è un interessante gioco online (<http://nsquad.rice.edu>) e quello che vi abbiamo raccontato è solo l'inizio di una storia costruita dal Center for Technology in Teaching and Learning della texana Rice University per far conoscere agli adolescenti gli effetti dell'alcol sul loro organismo e, in particolare, sul loro cervello. Proseguendo nei diversi livelli, il giocatore si trasformerà in uno scienziato forense imparando molte cose sul funzionamento del sistema nervoso e sulle sue componenti essenziali, i neuroni, e ricavando importanti informazioni sull'impatto dell'etanolo, a breve e lungo termine, sulla sua attività. Alla fine del percorso, se avrà risposto correttamente a una serie di quesiti, il giocatore riuscirà anche a scoprire l'assassino.

(Studiare) il cervello contro le droghe

Sempre più spesso si parla di neuroscienze dell'educazione: si tratta, in pratica, di applicare le conoscenze sul funzionamento del cervello per capire meglio i meccanismi dell'apprendimento, cercando così di migliorare l'acquisizione e la memorizzazione delle informazioni da parte degli studenti. Una branca della scienza, questa, che nasce da una fusione tra saperi diversi, quello dei docenti e quello dei neuroscienziati, alla ricerca – insieme – delle più adeguate tecniche di insegnamento e di apprendimento.

Ribaltando l'ordine dei termini, però, anche l'educazione alle neuroscienze, o fatta *attraverso* le neuroscienze, può avere un proprio importante ruolo. Lo dimostrano l'iniziativa americana appena descritta, come pure un altro progetto

portato avanti dallo stesso gruppo di ricerca e intitolato *The reconstructors*: un'avventura interattiva e didattica ambientata in un mondo futuro, sempre nella città di Neuropolis (e dove sennò), dedicata alla prevenzione delle droghe. Il tutto in un gioco online (<http://reconstructors.rice.edu>) che porta i ragazzi a prendere dimestichezza con concetti e meccanismi biologici, come l'azione della serotonina nel regolare la memoria o l'umore o ad approfondire le proprie conoscenze sulle funzioni del cervello che vengono modificate dall'azione degli stupefacenti [1]. Leslie Miller, a capo di entrambi i progetti, conferma: «Le neuroscienze sono estremamente importanti per far comprendere agli studenti l'impatto delle droghe [o dell'alcol, NdA] sul loro organismo, ma anche gli sviluppi futuri della ricerca in questo campo».

Tutti pazzi per le neuroscienze

Tocchiamo così il primo punto fondamentale legato alla didattica delle neuroscienze, ovvero: «Perché è importante fare divulgazione su questi temi tra i più giovani?». Che le neuroscienze siano una branca della scienza dalle molte promesse è un dato di fatto. Le applicazioni che le ricerche sul cervello stanno aprendo in campo medico sono innegabili: si pensi a tecnologie raffinatissime e rivoluzionarie come la PET (tomografia a emissione di positroni) o l'fMRI (risonanza magnetica funzionale), oggi utilizzate per la diagnosi di tumori o di lesioni al sistema nervoso. Oltre a quanto è già possibile, su queste tecniche

sono riposte molte speranze anche rispetto a possibili future applicazioni, per esempio nel monitoraggio delle terapie o nella diagnosi precoce di un'ampia serie di malattie neurodegenerative. È noto, altresì, che l'interesse per il cervello non riguarda solo medici e scienziati. E non può passare inosservato il gran numero di copertine che i magazine, dai più popolari a quelli specializzati, non esclusi i prestigiosi "Science" e "Nature", dedicano a questo tema. In qualche occasione, va precisato, spingendosi a indagare territori certamente affascinanti ma che con la medicina hanno poco a che fare, e suscitando così polemiche e critiche tra gli stessi addetti ai lavori. In effetti, troppo spesso (e troppo frettolosamente), il cervello sembra diventare la nuova sfera di cristallo in cui leggere i nostri segreti. Al punto che, grazie a tecnologie come la già citata fMRI, si promette di far luce su aspetti intimi come la personalità, le emozioni, l'identità e il comportamento [2]. O, persino, di riuscire a capire se diciamo la verità o una bugia, in una versione neuroscientifica della macchina della verità: la discussione per l'utilizzo nelle aule dei tribunali di queste indagini come vere e proprie "prove", soprattutto negli Stati Uniti, è sempre più accesa [3].

Più informati, più sani

In ogni caso, e restando alla larga dai territori più controversi, una volta preso atto che le neuroscienze sono destinate ad avere un grande impatto sulla scienza prossima ventura, perché se ne dovrebbe parlare ai ragazzi? Il professor Eric



🕒 Due momenti del gioco online *N-squad*, progettato dal Center for Technology in Teaching and Learning della Rice University per far conoscere agli adolescenti gli effetti dell'alcol sul cervello.



«Capita spesso che i ragazzi sappiano un sacco di cose su cuore, polmoni o muscoli, ma non conoscano granché su ciò che fa funzionare tutto: il cervello»



Alcune ragazze durante un laboratorio di dissezione di cervelli animali organizzato dal science centre Immaginario scientifico di Trieste per l'annuale Settimana del cervello.

Chudler, neuroscienziato presso l'Università di Washington, ha creato un sito di divulgazione delle neuroscienze indirizzato proprio ai più giovani. Si chiama *Neuroscience for kids*. «L'ho ideato alla fine degli anni novanta», dice. «Mi capitava spesso di essere invitato nelle scuole a parlare del mio lavoro. Cominciai con quella dei miei figli ma con il passaparola, nel tempo, questa attività si è allargata. Il mio obiettivo? Voglio instillare nei ragazzi una scintilla, accendere la loro curiosità, portarli a interrogarsi su sé stessi e sulle cose che li circondano, oltre a far piazza pulita di tutta la cattiva informazione che c'è sul cervello e sulle neuroscienze». Del resto, dice Chudler, i motivi per saperne di più su questi temi, sono molti. «Per praticare, sin dalla più giovane età, abitudini di vita salutari» (per esempio riguardo ai ritmi sonno-veglia, all'umore, oltre alla già citata prevenzione di alcol e droghe); «per imparare come funziona il cervello e sfruttarlo al meglio per studiare, memorizzare, ragionare e, per quanto riguarda gli insegnanti, per aiutare i ragazzi in questi processi»; «perché conoscere come funziona il nostro cervello significa conoscere anche noi stessi»; e, infine, perché, «le malattie del sistema nervoso, direttamente o indirettamente, ci riguardano tutti».

Prepararsi al futuro

In effetti, l'impatto delle malattie del cervello sulla società e sulle vite dei singoli, secondo gli esperti, è destinato a essere sempre più gravoso. Lo conferma il professor Pier Paolo Battaglini, neurofisiologo, ordinario di fisiologia presso la Facoltà di medicina e chirurgia dell'Università di Trieste. «Le patologie

nervose, non solo le malattie mentali ma anche le neoplasie, le lesioni di varia natura e, con l'allungamento della vita media, tutte le patologie neurodegenerative come il Parkinson o l'Alzheimer, giocheranno un ruolo sempre più importante nel nostro futuro. Si calcola che questi problemi, potranno riguardare addirittura un individuo su tre. Il tutto con conseguenze molto importanti in ambito economico e sociale, ma anche nella sfera personale e individuale. Pensiamo al morbo di Alzheimer, alla lenta progressione della malattia, a come influenza la qualità della vita di chi ne è affetto e di chi lo assiste, ai cambiamenti di carattere e di personalità a cui il malato va incontro con un carico emozionale estremamente gravoso, per il malato stesso ma anche per i suoi familiari. È bene che i ragazzi conoscano questi problemi, visto che in modo diretto o indiretto saranno costretti ad affrontarli. E i numeri lo confermano. Solo in Europa, oggi, sono più di sette milioni i malati di Alzheimer [4], più di un milione in Italia. Secondo le previsioni, nel mondo saranno più di 100 milioni nel 2050. Oltretutto, come sottolinea Katie Travis, responsabile del Neurosciences Graduate Program dell'Università di San Diego: fondato nel 2005 [5]: «Capita spesso che i ragazzi sappiano un sacco di cose su cuore, polmoni o muscoli, ma non conoscano granché su ciò che fa funzionare tutto, e cioè il cervello. Spiegare l'importanza di quest'organo come il centro di comando di tutto il corpo, nella didattica, è il nostro più importante obiettivo». Detto questo, non

rimane molto da aggiungere nella risposta al nostro primo quesito: perché parlarne?

Un messaggio per Mr. Dendrite

Sul come farlo, sia di qua sia di là dall'Oceano gli intervistati sono generalmente concordi nel dire che è l'approccio ludico quello più efficace. Magari catturando l'interesse dei ragazzi attraverso strumenti che riconoscono familiari, siano i videogame o i telefilm più popolari del piccolo schermo. Questa è, per esempio, l'opinione della professoressa Miller: «Un buon modo per trasmettere queste informazioni è il gioco. In ricerche recenti abbiamo dimostrato che insegnare la scienza attraverso il gioco risulta molto efficace, anche per convincere i ragazzi a intraprendere carriere scientifiche. Funzionano in particolare i giochi di ruolo in cui i giovani si trasformano in scienziati». Un altro esperimento portato avanti dalla sua équipe mette in campo addirittura *CSI*, uno dei telefilm più amati dai ragazzi, che possono qui prendere dimestichezza con vari concetti di biologia. L'intrattenimento educativo è anche la strategia adottata dal professor Chudler: «Con *Neuroscience for kids* provo a rendere le neuroscienze divertenti attraverso giochi, attività e dimostrazioni tutte volte a motivarli». Qualche esempio? Navigando sul suo sito, nella sezione *Experiments* potrete mettere alla prova il vostro tempo di reazione al cambiamento dei colori dello sfondo del vostro computer, oppure potrete aiutare Mr. Assone a passare un messaggio a Mr. Dendrite in un labirintico cervello nell'online *Brain Maze Game*. O, ancora, giocare all'impiccato, perdervi a caccia al tesoro, e testare la vostra capacità di memoria.



DONATO RAMANI

è assegnista di ricerca per il progetto *Bid-brains in dialogue* presso la Sissa di Trieste, dove insegna comunicazione della biologia al Master in comunicazione della scienza. Come freelance scrive per diversi periodici nazionali.



RISORSE

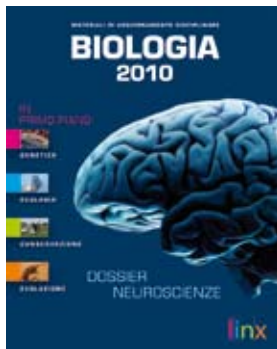
1. L. Miller, H. Schweingruber, R. Oliver, J. Mayes, and D. Smith, *Teaching Neuroscience through Web Adventures: Adolescents Reconstruct the History and Science of Opioids*, in "The Neuroscientist", 2002, n. 1, vol. 8.
2. D. Ramani, *The brain seduction: the public perception of neuroscience*, in "Journal of Science Communication" (JCOM), dec. 2009, n. 8, vol. 4.
3. F. Schauer, *Can Bad Science Be Good Evidence: Lie Detection, Neuroscience, and the Mistaken Conflation of Legal and Scientific Norms*, in "Cornell Law Review", Forthcoming Virginia Public Law and Legal Theory Research Paper No. 2009-14.
4. www.alzheimer.it/numeri_eu.html
5. <http://neurograd.ucsd.edu/outreach>
6. www2.units.it/~brain



IN RETE!

- Vinca il migliore** Sito italiano delle Olimpiadi delle neuroscienze.
www2.units.it/~brain/olimpiadi/index.html
- Neuroscience for kids** Sito divulgativo e ludico ideato dal neuroscienziato americano Eric Chudler.
<http://faculty.washington.edu/chudler/neurok.html>
- Ce n'è anche una parziale versione italiana.
<http://fc.units.it/ppb/NeuroBiol/Neuroscienze%20per%20tutti/neurok.html>
- Alleanza per il cervello** Sito di un'associazione europea di neuroscienziati che organizza ogni anno la Settimana del cervello.
<http://www.dana.org/danaalliances/edab>
- Cervelli in dialogo** Sito del progetto europeo Bid (Brains in dialogue), dedicato alla discussione degli sviluppi delle neuroscienze.
www.neuromedia.eu

NOVITÀ DAL CATALOGO



Le neuroscienze costituiscono il cuore della nuova iniziativa editoriale di Linx Edizioni: **Biologia 2010**, fascicolo annuale di aggiornamenti disciplinari realizzato in occasione della pubblicazione del manuale *Il nuovo immagini della Biologia* di Campbell (*et al.*). Per la sua prima uscita, *Biologia 2010* propone un dossier di approfondimento proprio su questo settore di punta della ricerca biologica, con articoli di taglio storico, zoom su argomenti classici come la memoria o la coscienza, interviste a scienziati, temi di frontiera o temi "caldi" dal punto di vista etico. Il fascicolo è inoltre arricchito da altre due sezioni: "In primo piano", una raccolta di articoli sulle novità della ricerca nelle varie discipline biologiche (dalla genomica alla biologia cellulare, dalla fisiologia vegetale all'ecologia) e "Lab", un approfondimento su metodi e strumenti della comunicazione scientifica, sia specialistica sia divulgativa.

Un cervello in mano

Divertimento può anche voler dire toccare con mano. In senso letterale: «In base alla mia esperienza, il miglior modo per insegnare le cose è far fare ai ragazzi esperienze hands-on» dice Katie Travis. «Nelle nostre attività, questo significa permettere ai ragazzi di tenere in mano un cervello (nel nostro caso sono quelli di pecora), ma anche far vedere loro vari tipi di cervelli animali e umani. Sono esperienze davvero illuminanti. Nelle scuole raccogliamo sempre un grandissimo entusiasmo nei ragazzi che spesso si trovano per la prima volta davanti a un cervello vero». Divertimento e partecipazione sono ingredienti chiave anche nell'opinione del professor Battaglini: «L'apprendimento passivo è sempre meno efficace di quello attivo, fatto attraverso il coinvolgimento diretto, il gioco, l'attività non più solo vista e ascoltata ma, invece, svolta dal ragazzo in prima persona». Con il Centro interdipartimentale per le neuroscienze dell'Università di Trieste [6], Battaglini è da anni attivamente impegnato nella divulgazione delle neuroscienze attraverso molteplici attività che vanno dai *neuroscience café*, al lavoro con le scuole superiori e i licei triestini (con laboratori in cui viene dissezionato il cervello di animali per capirne anatomia e funzioni), alla collaborazione con il science centre Immaginario scientifico, fino alle Olimpiadi delle neuroscienze, di cui è coordinatore nazionale.

Mettersi alla prova

Quest'anno per la prima volta anche l'Italia parteciperà al concorso, le cui finali nazionali avranno luogo a Trieste il 12

giugno prossimo. «Le Olimpiadi delle neuroscienze sono competizioni destinate a ragazzi tra i 13 e i 19 anni, che si impegnano in diversi test che mettono alla prova le loro conoscenze su argomenti come l'intelligenza, la memoria, le emozioni, lo stress, l'invecchiamento, il sonno e le malattie del sistema nervoso», spiega il professore. Dalla prima prova che avviene nelle sedi delle diverse scuole, in tutto il territorio nazionale, verranno selezionati i migliori studenti che parteciperanno alle prove regionali. I tre migliori studenti per ogni regione accederanno alla prova nazionale. Solo uno studente, il migliore fra tutti, passerà alla gara internazionale.

«Le prove sono di vario tipo: dalle domande a risposta multipla ai cruciverba, alla diagnosi di malattie sulla base di sette sintomi», racconta Battaglini. Obiettivo della competizione? Come si legge sul sito di presentazione, accrescere, nei ragazzi, «la consapevolezza nei confronti della parte più "nobile" del loro corpo, per la propria salute e nell'interesse della società in cui vivono e vivranno». Nell'ultima edizione, il vincitore assoluto della gara internazionale si è aggiudicato un premio di 3000 dollari, oltre a uno stage estivo in un famoso laboratorio di ricerca. Per quest'anno l'iscrizione alla competizione è chiusa, per chi volesse partecipare l'appuntamento quindi è per il 2011. Nel frattempo, per i futuri partecipanti un invito è d'obbligo: studiate la materia a fondo (le domande non sono poi così facili e le risposte non si possono improvvisare, ma materiale per cominciare è già sul sito) e, ovviamente, ragazzi, quando vi troverete davanti ai test, spremete le meningi! ☺

Imparare al museo della scienza

Una visita in un museo non può sostituire una buona lezione in classe, ma è innegabile che possieda un impatto positivo sulle conoscenze e le attitudini dei visitatori. In questo articolo, l'analisi di una museologa su che cosa (e come) si apprende nei luoghi per eccellenza dell'educazione informale.



PAOLA RODARI

Durante le passate vacanze di Natale circa 25 000 persone al giorno hanno visitato il Natural History Museum di Londra, e circa 30 000 la Cité des sciences et de l'Industrie di Parigi (sì, avete letto bene: venticinque e trenta mila persone al giorno). È vero che pochi altri musei possono vantare numeri simili, ma se consideriamo insieme i visitatori che in tutto il mondo entrano ogni giorno nei musei della scienza e della tecnica, di storia naturale, di storia della scienza, oppure in science centre (musei interattivi), acquari, planetari, orti botanici, centri visita dei parchi naturali (e l'elenco potrebbe continuare), in quelli grandi come in quelli piccoli, ci rendiamo conto subito che l'impatto culturale complessivo di queste istituzioni è impressionante. Si tratta di uno dei più importanti canali di contatto tra il grande pubblico e la scienza, forse il più popolare, quello che richiede, in partenza, il minimo di interesse specifico: i principali fruitori dei musei (oltre alla scuola) sono infatti le famiglie, alla ricerca di un modo per passare il tempo insieme, piacevolmente.

Quanto al rapporto tra musei e mondo della scuola è presto detto: è strettissimo. Per fare un esempio italiano, al Museo tridentino di scienze naturali passa ogni anno il 70% degli studenti delle scuole di ogni ordine e grado della provincia di Trento: il museo (con le sue sedi distaccate: giardino alpino, museo Caproni, palafitte di Ledro ecc.) è un punto di riferimento fidato e sempre a disposizione per conoscere la natura e il territorio. Altri grandi alleati della scuola italiana sono il Museo nazionale della scienza e della tecnologia di Milano e la Città della scienza di Napoli, che non solo offrono una gamma costantemente rinnovata di servizi per le

scolaresche, ma anche intraprendono al loro interno e in ambito europeo programmi di ricerca per progettare le attività più efficaci e innovative. Questi i più grandi, ma non bisogna dimenticare i tanti, tantissimi altri che operano a livello regionale, cittadino o anche di piccolo centro: una rete di qualche centinaia di strutture (per una lista aggiornate si veda <http://ulisse.sissa.it/scienzaEGita>) che offrono visite guidate, dimostrazioni scientifiche, incontri con i ricercatori, teatro scienza, laboratori didattici, gite naturalistiche, conferenze, seminari di aggiornamento per docenti e così via.

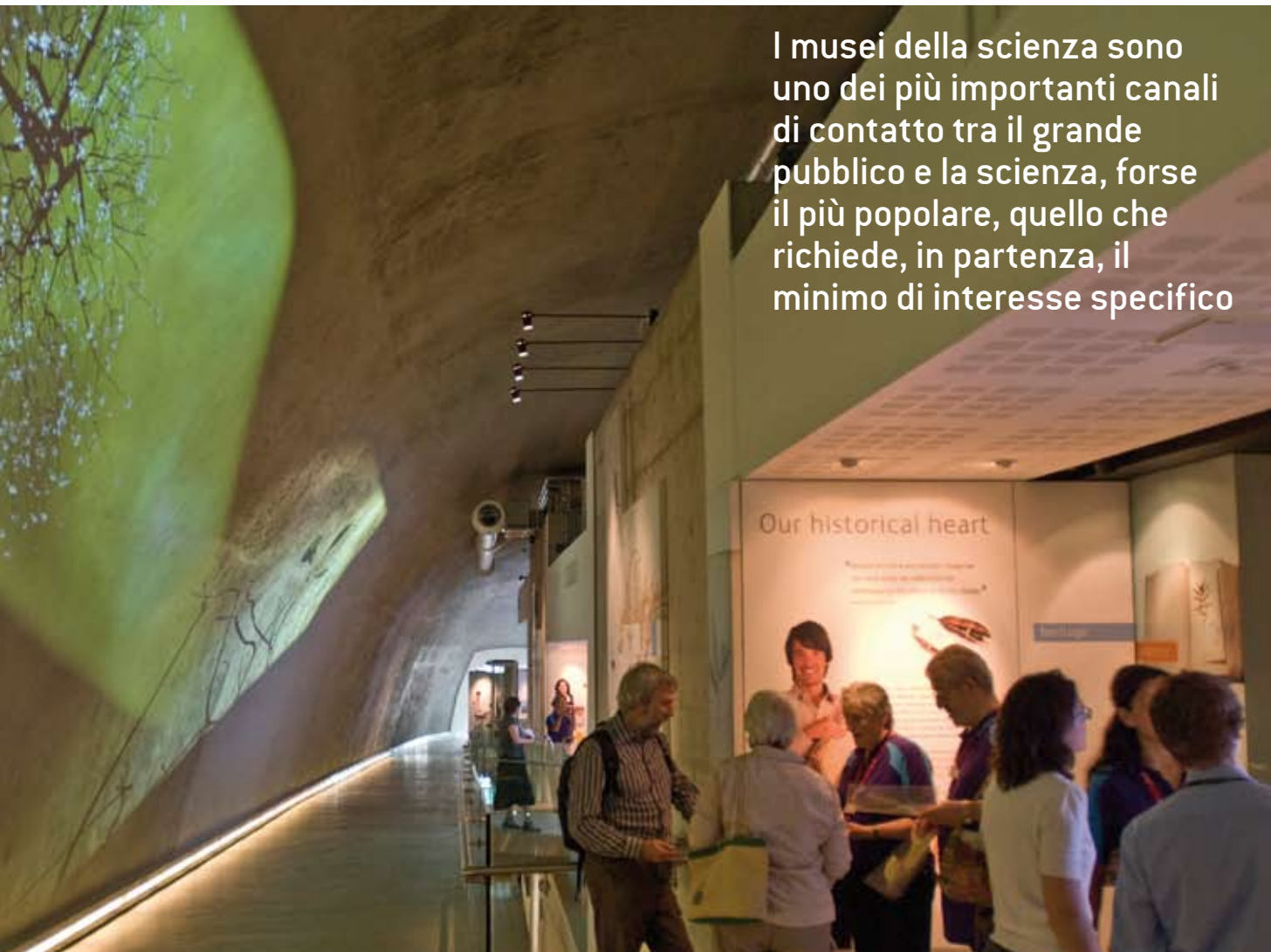
I diversi volti dell'apprendimento

Ma che cosa si fa esattamente in un museo della scienza? Che senso dare alla parola "apprendere" in questi contesti? Perché è chiaro che non si può e non si deve chiedere a una visita a un museo di "insegnare" nello stesso modo progressivo, sequenziale e controllato che caratterizza la scuola. Nel 2009 negli Stati Uniti è stato reso pubblico un imponente lavoro di revisione sulle pratiche e gli studi che riguardano l'apprendimento scientifico al di fuori della scuola e dell'università, cioè la cosiddetta educazione informale [1].

Il documento, promosso dal National Science Council delle accademie scientifiche del paese (National Academy of Science, National Academy of Engineering e Institute of Medicine) è il frutto del lavoro di 14 esperti che hanno raccolto, discusso e poi ordinato centinaia di documenti e ricerche sulle premesse pedagogiche, i luoghi e le pratiche dell'apprendimento informale della scienza. Sono state prese in considerazione non solo le teorie che descrivono e motivano la pedagogia dell'educazione

© 2009 NATURAL HISTORY MUSEUM, LONDON





I musei della scienza sono uno dei più importanti canali di contatto tra il grande pubblico e la scienza, forse il più popolare, quello che richiede, in partenza, il minimo di interesse specifico

informale, ma anche gli innumerevoli studi che, soprattutto nel mondo anglosassone, da anni cercano modi per valutare e misurare l'apprendimento che avviene all'interno di un museo, anche durante la più disordinata e pigra visita di un gruppo casuale di visitatori. Una prima conclusione dell'analisi è la seguente: si dovrebbe parlare non tanto di apprendimento ma di *apprendimenti*; infatti, gli autori hanno identificato diversi aspetti che caratterizzano l'esperienza di imparare al museo. In un contesto informale le persone:

1. vivono esperienze interessanti, coinvolgenti e stimolanti, e vengono motivate ad acquisire nuove conoscenze sui fenomeni del mondo fisico e naturale;
2. riescono a formulare, capire, ricordare e utilizzare concetti, spiegazioni, argomentazioni, modelli e fatti relativi alla scienza;
3. manipolano, testano, esplorano, predicano, osservano e danno senso al mondo fisico e naturale;

4. riflettono sulla scienza come modo di conoscere; sui suoi processi, concetti e istituzioni; riflettono sul loro stesso processo di apprendimento;
5. partecipano ad attività scientifiche e a pratiche di apprendimento insieme ad altre persone, usando lessico scientifico e strumenti specifici;
6. pensano sé stesse come persone che apprendono la scienza, e si costruiscono un'identità di persone che conoscono e usano il sapere scientifico e che talvolta contribuiscono a produrlo.

Tutti questi vissuti – che sono stati registrati e misurati – accadono in un museo alcune volte come risultato di una stessa attività e altre come effetti separati di attività diverse, che promuovono maggiormente l'uno o l'altro aspetto. Rileggendoli con attenzione si capisce inoltre che, in quanto risultati cognitivi, sono ordinati dal più facile a ottenersi al più difficile: infatti è molto facile ottenere, attraverso una visita o un laboratorio,

📍 **Interno del Darwin Centre 2, la nuova ala del Natural History Museum di Londra, aperta nel settembre 2009.**



- Una dimostrazione scientifica al science centre Technopolis di Mechelen, vicino a Bruxelles.
- Ragazzi discutono del rapporto tra scienza e società nel science centre inglese dedicato alle scienze della vita: Centre for Life, Newcastle upon Tyne.

Importante non è imparare qualcosa, ma imparare a imparare o, meglio, imparare che si può imparare, che imparare è una delle cose più divertenti e soddisfacenti

che i visitatori si divertano e si sentano stimolati (aspetto 1), mentre è molto più difficile coinvolgerli in un'attività di vera ricerca scientifica, modificando non solo la loro attitudine verso il sapere, ma anche la percezione della loro identità (aspetto 6).

Incontri sporadici, ma intensi

Il fatto che, comunque, frequentare un museo possa produrre una tale messe di effetti, rende questi luoghi preziose palestre del pensiero scientifico. Di cui però bisogna riconoscere la peculiarità. La scuola offre (o dovrebbe offrire) un percorso metodico di costruzione del sapere base del cittadino, che all'università diviene formazione professionale del ricercatore; nei luoghi dell'educazione informale, invece, non c'è un processo controllato e condiviso, ma esperienze sporadiche, brevi e intense, e soprattutto soggettive: e sono proprio la soggettività e l'emozionalità di queste esperienze a costituire la loro forza. Andare al museo sperando che i ragazzi "imparino" la sintesi clorofilliana piuttosto che le leggi del moto è un errore; significa perdere il meglio di quello che il museo può offrire, ottenendo un risultato inferiore a quello di una buona lezione scolastica. L'esperienza informale (pensiamo a noi stessi che passeggiamo nelle sale di un museo) è fortemente guidata dal nostro estro e capriccio, ma proprio per questo fortemente soddisfacente e motivante. Cogliere magari una sola cosa tra le tante, per

portare a casa un concetto, un'idea, un'informazione, ma anche solo una sensazione di piacere, un prurito di curiosità, significa aver trovato proprio quello che fa per noi, quello spunto che domani ci motiverà a leggere un libro, o a scoprire una persona, o a intraprendere una carriera scientifica.

L'avventura del sapere

I musei, abbiamo detto, offrono una gamma molto varia di spazi e di attività. Alcune esperienze sono più lontane dalla scuola, come la visita libera alle collezioni o a un'esposizione interattiva; altre, come la partecipazione a un laboratorio didattico, sono invece più vicine. Nei musei una classe può prendere parte a una serie di esperimenti per esplorare un concetto fisico, o scoprire come si classificano le piante, o partecipare a uno scavo archeologico simulato, o osservare le costellazioni dall'interno di un planetario. Ma anche in questi casi, più vicini all'insegnamento, gli ingredienti che definiscono il valore e il successo dell'esperienza vissuta sono diversi da quelli che useremo in un contesto scolastico: l'incontro diretto con qualcuno che non è – e non deve essere – un insegnante (un ricercatore, un curatore, un animatore scientifico), e che può diventare un modello da raggiungere; il fatto di non dover mettere in mostra le proprie prestazioni, e quindi di non essere giudicati (niente interrogazioni, niente voti), ma al contrario di vivere un'esperienza rilassante e



PER APPROFONDIRE

— M. Merzagora, P. Rodari, *La scienza in mostra. Musei, science centres e comunicazione*, Bruno Mondadori, Milano 2007.



RISORSE

1. P. Rodari, *L'apprendimento della scienza nei contesti informali: individui, luoghi e ricerche. Un documento di sintesi del National Science Council statunitense*, JCOM, 2009, n. 8, (scaricabile online all'indirizzo <http://jcom.sissa.it/archive/08/03/Jcom0803%282009%29R02>).
2. R. Gregory, *Why are hands-on science centres needed?*, The Exploratory Interactive Science Centre, Plan for Action, 1983.
3. A. Gomes da Costa, *Should explainers explain?* JCOM, 2005, n. 4, (scaricabile online all'indirizzo <http://jcom.sissa.it/archive/04/04/C040401/C040403>).

© 2008 CENTRE FOR LIFE, NEWCASTLE UPON TYNE



piacevole, spesso divertente; la libertà di manifestare il proprio interesse, di essere sorpresi e curiosi, in un contesto in cui il “non so” non è fonte di paura e magari anche di umiliazione, ma punto di partenza di un'avventura.

Riappropriarsi della propria testa

«Nobody flunks a science museum» («nessuno fa fiasco in un museo della scienza»), ripeteva sempre Frank Oppenheimer, padre dell'Exploratorium di San Francisco e, quindi, di tutti i moderni musei interattivi. Il punto principale che informa la nuova pedagogia museale è che la cosa più importante non è imparare (un concetto, un principio, una formula), ma imparare a imparare o, meglio ancora, imparare che si può imparare, che imparare è una delle cose più divertenti e soddisfacenti che ci siano.

«Molti adulti non riescono a rispondere alle più semplici domande scientifiche, per esempio su come funzionano le cose, mentre i bambini, giocando, compiono continuamente esperimenti», scrive il percettologo inglese Richard Gregory, un altro padre fondatore dei moderni musei della scienza [2]. Questa capacità di giocare, sperimentare e apprendere, però, diminuisce e quasi si ferma durante l'adolescenza, «quando nella maggior parte delle persone la curiosità si spegne», forse anche grazie a una scuola frustrante, perché più pronta a giudicare che a motivare. Continua Gregory: «Quanti di noi sanno come funzionano gli oggetti più banali? Per esempio, come la chiave del

portone apre la serratura, e solo quella chiave e non le migliaia di altre che sembrano uguali. Il sistema con cui la serratura riconosce una particolare chiave è una tecnologia nota fin dai romani [...].

Ma per vedere come le serrature funzionano davvero, è necessario aprirle e giocarci, e farle a pezzi».

Questo, spiega Gregory, è il principio fondatore dell'esperienza interattiva, e in genere informale: non fornire un sapere già predigerito e strutturato (spiegando, magari con un'illustrazione, come sono fatte le chiavi), ma offrire occasioni perché le persone possano scoprirlo da sole, perché in questo modo scopriranno anche come si scopre, e potranno continuare l'esplorazione del mondo e di sé stessi come fanno i bambini più piccoli, «così che l'avventura della scoperta non cessi mai».

La natura apparentemente casuale ed episodica della visita a un museo, e soprattutto il suo dipendere da un incontrollato estro individuale, diventano quindi, sotto questa luce, aspetti del tutto funzionali a un progetto educativo. Che non sostituisce affatto quello della scuola, ma lo complementa perfettamente. Ecco perché chiedere al museo di insegnare è fare una richiesta sbagliata. Come dice con un bell'aforisma Antonio Gomes da Costa, direttore del science centre Pavilhão do Conhecimento di Lisbona, «i musei della scienza sono posti per apprendere, non per insegnare» [3]. ➔



PAOLA RODARI

lavora per conto del Sissa Medialab di Trieste progettando nuovi science centre e mostre scientifiche. Insegna museologia scientifica al Master in comunicazione della scienza della Sissa. È nel comitato direttivo della rete europea degli animatori scientifici, e collabora a diversi progetti europei per la formazione degli animatori e per lo sviluppo del dialogo tra scienza e società (www.thepilots.eu).

RICERCA E NON SOLO

Dopo la laurea, percorsi a confronto

Biotecnologie mediche

EVA COPPOLA

Ha 32 anni ed è originaria di Pompei. Oggi vive in Francia ed è ricercatrice a tempo determinato al dipartimento di biologia dell'École normale supérieure di Parigi.



ANNA MARIA ZACCHEDDU

È nata a Milano, ma oggi vive a Roma, dove lavora come responsabile della comunicazione scientifica dell'ufficio comunicazione della fondazione Telethon. Ha 31 anni.

Qual è stato il tuo percorso di studi?

Liceo scientifico a Pompei, laurea in biotecnologie mediche all'Università Federico II di Napoli, dottorato di ricerca internazionale della Open University in genetica umana, svolto all'Istituto Telethon di genetica e medicina (Tigem) di Napoli.

Diploma di liceo scientifico a Milano e laurea in biotecnologie mediche all'Università statale di Milano; master in comunicazione della scienza alla Scuola internazionale di studi superiori avanzati (Sissa) di Trieste.

Quando hai deciso di studiare biotecnologie mediche? Che cosa ti ha influenzato?

Le materie scientifiche mi sono sempre piaciute e ho deciso per quella che mi sembrava una transizione ideale tra biologia e medicina. In più pensavo che, data la presenza del numero chiuso, i docenti ci avrebbero seguiti da vicino.

All'incirca a metà del liceo ho capito che mi piaceva molto la genetica, anche grazie al libro *Geni, popoli e lingue* di Luca Cavalli Sforza. Ho scelto il corso di biotecnologie perché era nuovo e mi sembrava molto improntato alla ricerca. Inoltre, il test di ingresso mi faceva pensare che fosse più selettivo e curato.

Che cosa ti aspettavi da questa disciplina?

Che fosse molto concreta e desse l'opportunità di conoscere non solo la ricerca di base, ma anche quella applicata e il lavoro in industria. E, ovviamente, che offrisse buone possibilità di impiego, anche considerato che quando mi sono iscritta il corso era una novità.

Di dover studiare tanto, di fare molta esperienza pratica e di entrare nel dettaglio dei meccanismi di funzionamento delle cellule a livello biochimico e molecolare.

Le tue aspettative sono state soddisfatte?

Non del tutto, nonostante giudichi ottima la formazione ricevuta. Purtroppo non erano previsti tirocini in industrie, ma solo in laboratori universitari di ricerca di base. Inoltre una volta laureata mi sono resa conto che non c'era una reale domanda di biotecnologi. Infine, penso che sia mancata (ma credo valga per tutti i corsi di laurea) un'adeguata preparazione all'ingresso nel mondo del lavoro.

Abbastanza, soprattutto i primi due anni, quando si facevano moltissimi laboratori: di tutto quello che studiavamo avevamo un'esperienza pratica. Da questo punto di vista il triennio finale è stato più carente. Inoltre, mi è mancato il contatto con la realtà e il riferimento all'attualità. Quello che succedeva nel mondo (e in Italia), dal dibattito sulle staminali a quello sulla fecondazione assistita, non entrava mai in aula.

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

Ho provato a inserirmi in ambito industriale, ma senza successo. Così ho deciso di continuare con la ricerca scegliendo un dottorato in un istituto Telethon, che mi sembrava più vicino all'indagine applicata.

Durante i due anni di tesi sperimentale ho capito di non voler fare il ricercatore e che piuttosto mi piaceva raccontare la biologia. Così ho deciso di frequentare un master in comunicazione scientifica.

Qual è stato il tuo primo lavoro?

Oggi direi che è stato il postdoc qui in Francia. Durante il dottorato, probabilmente, avrei risposto che si trattava del dottorato stesso poiché, pur essendo un periodo soprattutto di formazione, era comunque retribuito.

Addetto stampa nell'ufficio stampa del science centre Immaginario scientifico di Trieste. Tra le altre cose, curavo una pagina settimanale di scienza per un giornale locale.

Oggi di che cosa ti occupi?

Studio lo sviluppo del sistema nervoso autonomo in embrioni di topo. Lavoro con animali geneticamente modificati in modo da spegnere un particolare gene in un tessuto specifico: così posso valutare il coinvolgimento di quel gene nel processo di sviluppo.

Lavoro all'interno dell'area comunicazione di Telethon, come "interfaccia" tra i ricercatori e il pubblico. In pratica, traduco il significato del loro lavoro per tutti i miei colleghi, in modo che vengano riportati correttamente all'esterno. Inoltre scrivo comunicati, preparo schede per programmi tv, cerco di inventarmi spunti di comunicazione che offrano il pretesto per parlare di Telethon.

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

Il fatto che pone ogni giorno una sfida diversa, che sia una nuova domanda biologica oppure un problema tecnico.

La possibilità di avere un rapporto privilegiato con i ricercatori, che spesso hanno anche molta voglia di raccontarsi.

Come ti vedi in futuro?

Adoro il mio campo di ricerca e ho una buona interazione con i miei capi, per cui se potessi restare nel laboratorio in cui sono lo farei. Anche in Francia, però, non è facile trovare una posizione stabile nella ricerca. Se dovrò cambiare, mi orienterò di nuovo verso le grandi aziende farmaceutiche.

Non saprei di preciso; immagino che in un lavoro di questo tipo sia inevitabile cambiare spesso attività.

Quali sono i tuoi interessi al di fuori del lavoro?

Leggo molto, nuoto e mi piace andare a teatro: cerco di approfittare delle tante opportunità di Parigi.

Mi piace giocare a tennis, leggere, andare al cinema e cucinare.



Scienza dei materiali

MARCELLO CAMPIONE

Ha 32 anni e vive ad Arcore, provincia di Monza e della Brianza. Dal 2009 è ricercatore presso il Dipartimento di scienze geologiche e geotecnologie dell'Università di Milano Bicocca.



MICHELE MAGISTRETTI

Originario di Milano, oggi vive a Gessate. È coordinatore di un gruppo di lavoro che si occupa di ricerca e sviluppo nell'azienda Numonycs di Agrate Brianza. Ha 32 anni.



Qual è stato il tuo percorso di studi?

Diploma di perito chimico a Milano; laurea in scienza dei materiali e dottorato di ricerca europeo, sempre in scienza dei materiali. Durante il dottorato, ho trascorso alcuni periodi all'estero, al Cnrs di Strasburgo e all'Università di Gratz.

Liceo scientifico a Milano e laurea in scienza dei materiali all'Università di Milano Bicocca. Durante il corso di laurea sono stato per un anno a Monaco con il programma Erasmus.

Quando hai deciso di studiare biotecnologie mediche? Che cosa ti ha influenzato?

Alla fine delle superiori: mi affascinava la prospettiva di un percorso costruito su tre discipline fondamentali come chimica, fisica e matematica. Anche i docenti consigliavano questo corso di laurea, perché era stato appena attivato e sembrava offrire più prospettive occupazionali rispetto a chimica.

Sono stato indeciso a lungo. Ho sempre avuto una gran passione per i meccanismi di funzionamento delle cose e alla fine del liceo avevo pensato di iscrivermi a ingegneria. Però mi attraevano anche chimica e fisica, così sono approdato a scienza dei materiali.

Che cosa ti aspettavi da questa disciplina?

In realtà mi aspettavo qualcosa soprattutto da me stesso: studiavo con il contributo di alcune borse di studio della Regione Lombardia e volevo dimostrarmi responsabile e laurearmi in fretta il meglio possibile.

Non avevo le idee chiare su quello che avrei trovato. Di certo, mi aspettavo un percorso molto interessante dal punto di vista scientifico.

Le tue aspettative sono state soddisfatte?

La scommessa su di me l'ho vinta! L'università è stata molto soddisfacente dal punto di vista della formazione teorica, meno per gli sbocchi professionali. A Milano e dintorni praticamente c'era una sola grande azienda di microelettronica interessata a persone con una formazione in scienza dei materiali.

Sì: c'è stato un gran riscontro dal punto di vista dell'interesse. Non mi sono mai pentito della scelta fatta, anche se a volte, soprattutto all'inizio, il percorso di studi non era facile.

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

Il dottorato di ricerca. Ho cominciato a pensare che mi sarebbe piaciuto proseguire nel percorso accademico già ai primi anni di università e dopo la laurea ho deciso per il dottorato anche per prendermi un po' di tempo per ragionare sul mio futuro.

Anche in questo caso ero molto indeciso. Potevo proseguire con un dottorato di ricerca (con la tesi avevo lavorato su un progetto di ricerca su semiconduttori per celle solari). Però avevo anche ricevuto una proposta di assunzione da un'azienda, e alla fine ho scelto questa strada.

Qual è stato il tuo primo lavoro?

Il dottorato: se è fatto bene è un lavoro di ricerca a tutti gli effetti. Anzi, da studenti si è più ricercatori di un ricercatore, perché non si hanno impegni didattici o amministrativi e si può occupare tutto il proprio tempo in esperimenti.

Sono entrato subito dopo la laurea in ST Microelectronics, nell'ambito di un progetto innovativo dedicato alle memorie a cambiamento di fase. Si tratta di memorie digitali per vari usi (per esempio memorie Usb), fatte di una particolare lega di germanio, antimonio e tellurio.

Oggi di che cosa ti occupi?

Di caratterizzare e ottimizzare materiali organici per la microelettronica: plastiche particolari che possono funzionare come semiconduttori. Ne studio le caratteristiche fisiche e chimiche tramite microscopia a scansione di sonda. Si tratta di materiali più economici dei semiconduttori tradizionali (come il silicio), ma al momento non altrettanto efficienti.

Continuo a lavorare nell'ambito delle memorie a cambiamento di fase. Mi occupo di integrazione di processo, cioè coordino i passaggi necessari a tradurre un progetto in un prodotto concreto. Si tratta di un'attività di ricerca, anche se è una ricerca molto diversa da quella universitaria: più applicata e concentrata anche su aspetti manifatturieri, produttivi e di marketing.

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

L'indipendenza e il fatto di lavorare a stretto contatto con gli studenti, cercando di essere per loro un valido supporto.

La possibilità di avere uno sguardo globale sul prodotto che stiamo realizzando. Non mi fermo al dettaglio di funzionamento, ma cerco di valutare più aspetti contemporaneamente: a che cosa serve un certo dispositivo? Dove andrà a finire? Qual è il suo mercato?

Come ti vedi in futuro?

Spero di poter continuare a fare ricerca, magari con qualche collaborazione in più con l'industria come già accade in altri settori (come il farmaceutico e il biotecnologico). La ricerca universitaria può dare all'industria ottime idee da sviluppare.

Mi piacerebbe approfondire l'aspetto organizzativo e gestionale del lavoro in azienda, e conoscere meglio anche alcuni aspetti di mercato. Probabilmente, mi orienterò verso ambiti sempre meno scientifici.

Quali sono i tuoi interessi al di fuori del lavoro?

Mi sono sposato di recente e sono molto concentrato sulla casa e la famiglia; adoro cucinare.

Ne ho molti (oltre alla famiglia), ma troppo poco tempo! Sono appassionato di montagna, di fotografia, di canto. Anche di birra, che produco in casa.

APOLLO 13

Giovanni Bignami critico cinematografico per un giorno



Titolo Apollo 13
Titolo originale Apollo 13
Genere drammatico/storico
Anno 1995
Paese Stati Uniti
Produzione Universal Pictures
Regia Ron Howard
Cast Tom Hanks, Bill Paxton, Kevin Bacon, Gary Sinise
Soggetto scientifico Astrofisica

LA TRAMA

La storia del film è, appunto, storia: dopo 11 e 12, toccava ad Apollo 13 atterrare sulla Luna, e si comincia quindi con la selezione e l'allenamento dell'equipaggio. Poi la partenza e la lunga fase di crociera verso la Luna. Di colpo, un'esplosione, che nessuno al momento capisce, ma che costringe i tre astronauti a prodigi di valore e di sangue freddo per capire che cosa è successo e cercare di tornare a casa. Il merito del ritorno, alla fine, è a metà tra la base (a Houston) che inventa idee innovative su come adoperare i complicati sistemi dell'astronave, e l'equipaggio, soprattutto il comandante, che riesce a fare calcoli a mano, al freddo, con poca aria e niente cibo, e li fa giusti (altrimenti sarebbero morti tutti). Lieta fine e splashdown nel Pacifico, che sembra bello caldo dopo il freddo dello spazio.

IL COMMENTO

Apollo 13 è già un classico della cinematografia ed è un buon film, anche se, secondo me, è soprattutto un "affare" tra americani: bisogna essere americani per apprezzarne fino in fondo la carica epica e al tempo stesso nostalgica. Nel 1970 gli Stati Uniti correvano da tempo soli nella gara di conquista allo spazio. Con la missione Apollo 13, che fu definita un "fiasco di successo", la NASA riuscì a incollare l'umanità intera al televisore per seguire la sorte dei tre astronauti coinvolti. Ricordo un aneddoto di quegli anni: un bimbo americano spiegava con calore ai genitori perché era ovvio che la Luna dovesse appartenere agli Stati Uniti: «Che cosa hanno fatto gli altri, i nemici e gli infidi alleati, per meritare di essere trattati da partners?». La madre rispose che «la Luna è patrimonio dell'umanità», ma era evidente che la pensava esattamente come il figlio. Dopo incominciò il declino e se la Nasa è ancora la maggior agenzia spaziale al mondo, rispetto a quei tempi sembra comunque mancare qualcosa. In realtà, già per la missione Apollo 13, che avrebbe dovuto atterrare sulla Luna per la terza volta, si avvertivano i primi segni di noia. La spedizione era incominciata l'11 aprile 1970 come una stanca routine e poco dopo il lancio i telespettatori di tutto il mondo si erano affrettati a cambiar canale. Un malfunzionamento si era già verificato all'accensione del secondo stadio, ma i sistemi di backup erano entrati in azione e la missione era andata avanti. Il mattino del 14 aprile tutto cambiò e gli Stati Uniti cominciarono a trepidare per la sorte dei tre astronauti Lovell, Swigert e Haise. Già da alcune ore, infatti, era risuonata nell'etere la frase destinata a restare nella storia: «Houston, we have a problem» (Houston, abbiamo un problema). A dire il vero, la frase era stata: «Houston, we have had a problem» (Houston, abbiamo avuto un problema), ma bisogna ammettere che la prima versione rappresentava meglio la situazione e che Ron Howard fece bene a usarla. Dal "problema" in avanti fu un susseguirsi di ulteriori difficoltà da risolvere, di decisioni prese sul campo e di frenetici tentativi da



GIOVANNI BIGNAMI

fisico, si occupa da sempre di ricerca spaziale. È stato presidente dell'Agenzia spaziale italiana; oggi presiede il Consiglio Scientifico di P2I, un "consorzio" di 19 Istituti di fisica e astrofisica dell'Ile de France ed è consulente per la Max-Planck Gesellschaft (Max Planck Society for the Advancement of Science). Si occupa anche di politica della ricerca e di divulgazione scientifica.

IN RETE!



Il Film Scheda dell'Internet movie database.
<http://www.imdb.com/title/tt0112384/>



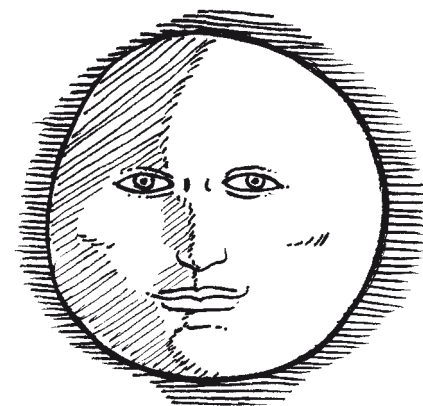
WEB PHOTO

Terra. Non c'era più elettricità sul modulo di servizio, e l'equipaggio passò su quello lunare; non si sapeva come modificare l'orbita per tornare sulla Terra, e furono usati i motori del modulo lunare e l'attrazione gravitazionale della Luna; le risorse del modulo lunare erano calcolate per due uomini per due giorni, e furono fatte bastare per tre uomini per quattro giorni. E poi la temperatura scese considerevolmente, creando nuovi problemi. Ci furono anche malintesi tra la base e Apollo 13, ma finalmente arrivò il lieto fine, che il mondo intero sperava e si aspettava, in un raro episodio di solidarietà umana.

Tutto questo viene ben rappresentato dal film, che fu preparato con ogni cura. Per esempio, molte scene a gravità zero furono filmate senza trucchi durante più di seicento voli parabolici in aereo, in condizioni in cui la gravità zero viene effettivamente creata. E a proposito di assenza di gravità, ecco una domanda per i più curiosi: come brucia una candela a gravità zero?

Tornando al film, che ne dissero gli americani? In patria il successo di pubblico era scontato e arrivò puntuale. L'astronauta Lovell (al cui libro *The Lost Moon* si ispira la pellicola) disse che il film era "ragionevolmente" fedele agli eventi, e Dio sa come sono schizzinosi gli astronauti. E in effetti, se furono esagerate tensioni psicologiche che in realtà non erano state così forti, si riuscì a non esagerare in aspetti istrionico-patriottici, come spesso accade nei prodotti di Hollywood. Per alcuni critici americani il film aveva una certa tendenza al melenso. Eppure, riusciva – e ci riesce ancora oggi – anche a essere entusiasmante. In ogni caso, chi volesse trovare imprecisioni tecniche non può fare gran vendemmia: il film, anche e soprattutto come film scientifico, è molto ben fatto.

Quindi: cercate e guardate, e con gusto, Apollo 13. E poi vorrete fare gli astronauti. Non c'è posto per tutti ma pazienza, potrete sempre dedicarvi all'astrofisica spaziale. ➔



COM'È LONTANA LA LUNA

Sembra vicina e sembra facile andarci, ma non è così. La Luna è lontana e arrivarci è tutt'altro che una passeggiata: se ne è reso conto di recente anche il presidente degli Stati Uniti Barack Obama. Capire il meccanismo delle missioni lunari è un ottimo esercizio didattico, per rendersi conto delle giuste proporzioni degli eventi. Ecco le fasi principali: partenza con un razzo lunare, crociera fino all'inserzione dell'orbita lunare, distacco dei moduli (uno resta in orbita, uno scende), docking ("approdo") nell'orbita lunare, crociera di ritorno, ingresso nell'atmosfera terrestre (fase molto critica), splashdown con i paracaduti. Ovviamente sperando che si aprano.



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.

LIBRI

Orizzonte mobile. Oppure no?

Un viaggio di avvicinamento a una terra estrema; un continente oltre il quale non esiste altro Sud; un orizzonte di ghiaccio in continuo divenire, modellato dai venti e dalle correnti marine dell'Antartide: tutto questo in *Orizzonte mobile*, ultimo romanzo di Daniele Del Giudice. È il 1990 e, attraverso Santiago del Cile, la Terra del Fuoco e la Patagonia, l'autore punta verso l'Antartide, in un viaggio che meschia scienza e letteratura. L'autore scopre e mostra a noi lettori un panorama solo apparentemente disabitato, e affollato invece di storie, di imprese leggendarie, di natura selvaggia e di una strana umanità: gli scienziati delle missioni internazionali, con i loro macchinari, le loro vicende personali e le loro inevitabili scorie. Con una scrittura precisa e gli occhi di chi, per mestiere, osserva, Del Giudice descrive i

paesaggi e le persone che si muovono su questo orizzonte; coglie i lenti e graduali cambiamenti di luce e quelli di comportamento delle specie animali che popolano l'Antartide, e l'umore e i sentimenti dei marinai e degli scienziati intrappolati in un avamposto, con un compito denso di conseguenze scientifiche e politiche. La scrittura è adatta alle situazioni e all'ambiente narrati: essenziale, nitida fino alla trasparenza, che rievoca la natura di deserto e ghiaccio e lascia spirare quel vento gelido che blocca gli arrivi dei rifornimenti e le partenze degli scienziati sul pack.

Alla fine, il lettore resta con una sensazione precisa: che l'orizzonte mobile del Sud sia una mera illusione che coincide con l'orizzonte fisico, modellato dal movimento dei ghiacci e dalla luce. E che laggiù c'è anche un orizzonte immobile, immutevole: quello umano, fatto sempre della stessa fragilità e tragicità.

D. Del Giudice
Orizzonte mobile

Einaudi, Torino 2009,
pp. 140, € 16,50

Batteri: impariamo a convivere

La nostra guerra contro i batteri è antica e feroce, eppure siamo ben lontani dalla vittoria. Malattie che credevamo sconfitte per sempre, come la tubercolosi, sono ricomparse e in molti paesi – non necessariamente in via di sviluppo – le intossicazioni alimentari causate da microrganismi batterici sono frequentissime. Sempre più batteri sviluppano resistenze alle nostre principali armi di attacco, gli antibiotici, e in ambito ospedaliero questa è diventata una vera e propria emergenza sanitaria. Allo stesso tempo aumentano le malattie, per esempio vari tipi di allergie, che molti studiosi ritengono nel rapporto tra il nostro sistema immunitario e i batteri con i quali conviviamo fin dall'inizio della nostra storia evolutiva. Batteri che vivono tutto intorno a noi, o dentro di noi. Ecco perché, secondo la

giornalista scientifica Jessica Snyder Sachs, è giunto il momento di cambiare strategia: sono sempre più numerosi medici e biologi secondo i quali il nostro obiettivo non deve più essere distruggere i batteri, ma al contrario imparare a convivere con loro, sfruttando quelli "buoni" a nostro vantaggio per cercare di tenere a bada quelli "cattivi". Dopo un'accurata descrizione dei microrganismi che vivono sul (e nel) nostro organismo, l'autrice di questo avvincente saggio presenta tutte le ultime novità sul fronte della ricerca.

J. Snyder Sachs
I buoni e i cattivi. Come sopravvivere in un mondo dominato dai batteri
Longanesi, Milano 2009
pp. 351, € 19,60

SITI

Evoluzione; un corso online

«Offrire agli insegnanti e al pubblico uno strumento di comprensione e di accesso alla teoria dell'evoluzione intesa come corpus organico e

non come mera collezione di ipotesi e di meccanismi esplicativi». Ecco l'obiettivo del Corso di base sulla teoria dell'evoluzione proposto dal portale web Pikaia, nelle parole del suo direttore, il filosofo della scienza Telmo Pievani. La proposta è davvero ricca, e di livello eccellente. Non solo spiegazioni sui meccanismi evolutivi (mutazioni, deriva genetica, estinzioni ecc.), ma anche approfondimenti intensivi in tre possibili direzioni: gli sviluppi della biologia molecolare, della genomica e della biologia evolutiva dello sviluppo, la rilettura in chiave evolucionistica del comportamento animale e l'analisi delle grandi famiglie di organismi, osservate da un punto di vista paleontologico. Completano l'offerta consigli di lettura, schede didattiche e un glossario.

<http://docebo.didattica.unimib.it/public/evoluzione>

Piacere, Galileo

Dalle *Scritture attenenti all'idraulica* alle *Scritture concernenti il quesito in proposito della stima d'un cavallo*; dal *Sidereus Nuncius* al *Discorso sul flusso e sul riflusso delle maree*, dal *De Motu* al *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*: se vi venisse il "prurito" di consultare uno qualunque degli scritti di Galileo, ora potrete soddisfarlo, grazie all'edizione digitale della sua opera omnia. Si tratta di un'iniziativa, recentissima, dell'Istituto e Museo della storia della scienza di Firenze,

in collaborazione con la fondazione Rinascimento digitale, che si occupa di nuove tecnologie per i beni culturali. Un accuratissimo lavoro di indicizzazione permette di effettuare con facilità ricerche semplici e avanzate: per esempio, si potranno trovare rapidamente tutte le attestazioni di un dato termine, magari di fisica o astronomia. Alcuni elementi, come gli approfondimenti filologici che aprono i testi, sono adatti soprattutto alla fruizione da parte di specialisti.

<http://pinakes.imss.fi.it:8080/pinakestext>

Studiare da casa le tempeste solari

Sul numero 5 di "Linx Magazine" avevamo segnalato Galaxy Zoo, una singolare iniziativa di scienza collaborativa in cui tutti eravamo invitati a partecipare a un immenso progetto di classificazione di galassie. Ora, il team di Galaxy Zoo (in collaborazione con il Royal Observatory di Greenwich) propone una nuova, analoga iniziativa, diretta allo studio delle tempeste solari. Si tratta, in pratica, di aiutare gli scienziati a seguire il percorso nello spazio, dal Sole alla Terra, delle cosiddette tempeste solari, che si verificano quando la superficie della nostra stella emette nello spazio getti di materia che arrivano a toccare i pianeti vicini, con il rischio di provocare danni ai pianeti stessi oppure a satelliti in orbita. Questi fenomeni vengono registrati da due satelliti della Nasa, Stereo Ahead e Stereo

Behind, che scattano foto, poi montate in video raccolti sul sito e pronti per essere analizzati. Grazie ai software caricati su Solar Stormwatch, ciascuno può dare una mano, ovviamente dopo una breve sessione di addestramento. Ma in che cosa consiste esattamente il compito degli aspiranti "meteorologi solari"? Semplice: occorre visionare i filmati proposti per individuare le tempeste solari, stimandone il momento di inizio e la velocità di sviluppo. E poiché il team organizzatore si pone anche un obiettivo divulgativo, una sezione del sito è dedicata espressamente ai docenti, con note, pianificazioni di lezioni, presentazioni e segnalazioni di eventi. <http://solarstormwatch.com>

BLOG

Non solo particelle

Da dove arrivano i protoni che circolano in LHC? Se vi siete mai fatti questa domanda, un buon posto in cui trovare la risposta è il blog di Marco Delmastro, fisico piemontese che da anni lavora al CERN di Ginevra. Si intitola *Borborigmi di un fisico renitente* e, come recita la sua presentazione, parla di «vita all'estero lontani da casa, fisica delle particelle e divulgazione scientifica, ricerca fondamentale, tecnologia e comunicazione nel mondo digitale, educazione, partecipazione politica e



Una miniera di risorse per le scienze della Terra

A differenza dell'attività di ricerca, che è per natura collaborativa, l'insegnamento è in genere un'impresa individuale. Eppure, anche questa attività beneficerebbe della condivisione di risorse e di saperi ed è proprio partendo da questa considerazione che alcuni anni fa è nato il sito web *On the Cutting Edge*, su iniziativa di un gruppo di ricercatori del Science Education Resource Center del Carleton College di Northfield (negli Usa). Il sito è dedicato alle scienze della Terra e raccoglie una serie di materiali presentati o prodotti nel corso di workshop periodici a cui partecipano docenti della disciplina. Il livello di riferimento in realtà è universitario, ma molte delle risorse presentate si prestano perfettamente ad attività didattiche o ad approfondimenti da svolgere nelle nostre scuole superiori. E, in ogni caso, si tratta di materiali eccellenti per l'autoaggiornamento dei docenti. Una ventina i temi trattati: dalla geofisica alla geologia strutturale, dai cambiamenti climatici alla mineralogia. Tra le proposte: attività didattiche, link, bibliografia scientifica recente e altro ancora. Una sezione del sito, infine, è dedicata a riflessioni generali sulla didattica, per esempio su aspetti cognitivi o sociali.

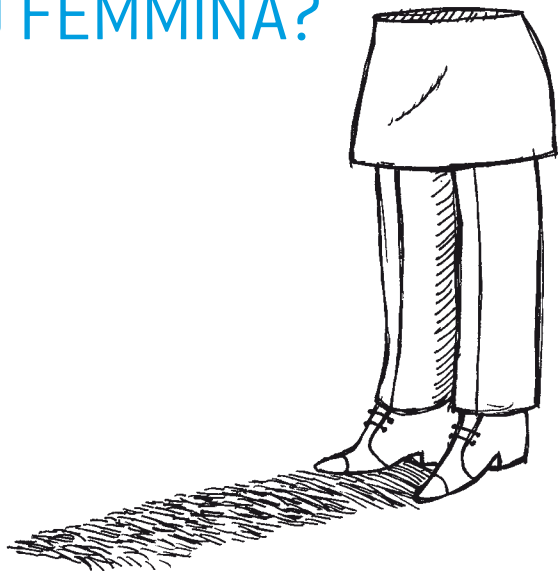
<http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops>

militanza quotidiana, montagna, metafisica, stranezze degli svizzeri e altre amenità». Ospite d'onore del blog è Oliver, il cane di Delmastro: un cane curioso, che non esita a interrogare il proprietario sul suo lavoro. Nasce così una sezione di *Scienza con Oliver*, con spiegazioni semplici ma accuratissime di che cosa sia il bosone di

Higgs, della statistica degli eventi improbabili e della meccanica quantistica. E per tornare alla domanda sui protoni, la risposta si trova in un post del primo marzo scorso: «All'inizio di tutta la catena di acceleratori che porta a LHC c'è una bottiglietta piena di idrogeno in forma di gas. Il trucco sta nel prendere gli atomi di idrogeno (che sono elettricamente

neutri), strappare via loro l'elettrone che orbita intorno al protone, e recuperare i protoni "nudi" per infilarli nel primo stadio della catena di accelerazione». Già: ma come si strappa l'elettrone di un atomo di idrogeno? Semplice: «Si infila l'idrogeno gassoso in un cilindro metallico a cui viene applicato un forte campo elettrico». www.borborigmi.org

LA SCIENZA È MASCHIO O FEMMINA?



C'è una base "scientifica" nello stereotipo che associa l'oggettività (e la ragione) ai maschi e la soggettività (e il sentimento) alle femmine? È corretto considerare la scienza un'impresa del tutto oggettiva, lontana dalla sfera soggettiva (e quindi lontana dalla mentalità femminile)? Forse molti lettori sarebbero portati a rispondere uno sdegnato "no" alla prima domanda e un convinto "sì" alla seconda. E se non fosse così? Se ci fosse davvero una *differenza di genere* nei processi cognitivi e nella logica della scoperta scientifica? Se la ricerca scientifica, lungi dall'essere oggettiva, fosse al contrario pervasa della soggettività dello scienziato o della scienziata?

Il parto maschile della nuova scienza

Il predominio maschile sulla scienza, ridotta a un'unica matrice tecnocratica e meccanicistica, e la conseguente costruzione di un'identità tra scienza, oggettività e "maschile" si possono far risalire all'origine della scienza moderna. Per scienziate e filosofe femministe come Evelyn Fox Keller e Carolyn Merchant, la nascita della scienza moderna, tra Cinquecento e Seicento, viene interpretata come l'affermazione di una modalità tutta maschile di dominio dell'uomo sulla natura, in contrasto con il rapporto di "comunione con la natura" proprio degli studiosi "prescientifici" della tradizione ermetica e alchemica. Scrive Fox Keller: «I padri fondatori della scienza moderna [...] respingevano il linguaggio più partecipativo, più erotico che era stato degli alchimisti». Il termine «maschile» diventa in questo modo, con Francesco Bacone, «epiteto della nuova scienza», che si lascia alle spalle senza rimpianti il vecchio sapere, femminile, debole, passivo. Le metafore sessuali, d'altra parte, abbondano negli scritti di Bacone: nel titolo di una delle sue opere, *Il parto maschile del tempo*, si può vedere senza le reticenze del "politicamente corretto" la voluta contrapposizione tra il debole parto femminile della vecchia scienza e il parto maschile della nuova scienza, virile e moderna.

Separare il soggetto dall'oggetto

Fox Keller sostiene dunque che è impossibile capire il progresso della scienza moderna, se non si tiene conto della parte avuta nel suo sviluppo dalle metafore dei "generi". A suo avviso, infatti, la scienza è caratterizzata da una polarizzazione delle dicotomie maschile/femminile e ragione/sentimento. Ed è proprio a partire da questa polarizzazione che l'oggettività della scienza comincia a essere interpretata come una prerogativa maschile e la soggettività come una prerogativa femminile.

Ne deriva che la scienza progredisce in quanto progredisce la sua capacità di far uso di una metodologia oggettiva, che non tiene conto delle motivazioni umane. In questa visione, il soggetto-scienziato non mette mai in gioco la propria emozionalità, mantiene la distanza dall'oggetto di studio, tiene lontana qualsiasi commistione tra soggetto e oggetto. Eppure, secondo Fox Keller «la scienza, proprio come non è quell'opera squisitamente cognitiva che un tempo si pensava che fosse, così non è impersonale come si credeva; oltre a essere un'attività sociale, la scienza è anche profondamente personale».

La nuova via di Barbara McClintock

Ma può nascere una scienza diversa, lontana da ogni primato di genere, fondata sul rispetto e non sul dominio? Fox Keller vede nella vita di Barbara McClintock, genetista, un esempio di questa possibile alternativa. Premio Nobel per la scoperta della trasposizione genica, il lavoro di Barbara McClintock è stato a lungo ignorato dalla comunità scientifica, che lo ha riconosciuto solo quando la scienziata era in tarda età.

Fox Keller ravvisa in ciò le tracce di un'incapacità di dare ascolto a una scienziata che faceva uso di una metodologia non omologata e dunque ritenuta eccentrica. Poiché la complessità della natura va sempre al di là di quanto è possibile immaginare,

McClintock riteneva che fosse necessario «lasciare che sia l'esperienza a dirci che cosa fare». Ingredienti di questa modalità di *fare scienza* sono il rispetto per la complessità della natura e per la diversità che ogni individuo porta in sé, e un'osservazione capace di individuare queste differenze tra singoli. «Conosco ogni pianta del campo (il campo di mais in cui raccoglieva i campioni, NdR). E le conosco tutte intimamente, ricavando un gran piacere dal conoscerle». Condizione di una buona ricerca è dunque possedere il «senso dell'organismo», come modalità di accesso alla conoscenza del mondo. ●



FABIO CIOFFI

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



LOREDANA TROSCEL

è insegnante di chimica e autrice di manuali scolastici e testi di divulgazione scientifica per ragazzi. Consulente di epidemiologia, lavora anche come attrice e drammaturga, occupandosi di teatro e scienza.

PER APPROFONDIRE

- E. Fox Keller, *Sul genere e la scienza*, Garzanti, Milano 1987.
- C. Merchant, *La morte della natura. Donne, ecologia e rivoluzione scientifica*, Garzanti, Milano 1988.





un sistema integrato per la didattica

libri



Active Book



guide per l'insegnante



laboratori virtuali



linxedizioni.it



magazine



www.linxedizioni.it

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

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



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

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

Consenso al trattamento dei dati personali – Informativa

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

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

firma data

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

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