

# science magazine

07  
OTTOBRE 2015

LA SCIENZA IN CLASSE



**ATTUALITÀ PER LA CLASSE**

## A tu per tu con il pianeta nano

di Paolo Magliocco

Pluto

New Horizons  
LORRI + MVIC  
2015-07-14  
8:21:30 UTC  
Range: 170 000 km

2

**LIBRI**

## Il seme di Pandora

di Vincenzo Guarnieri

9

**IDEE E STRUMENTI PER INSEGNARE**

## Lavorare su media ed errore con i dati di LHC

di Anna Camisasca

13

**EASYLAB**

## Laboratori per tutti

## Un frigorifero prêt-à-porter

di Davide Coero Borga

17

**CLIL - SCIENCE IN ENGLISH**

## Algal blooms

di Chiara Ceci

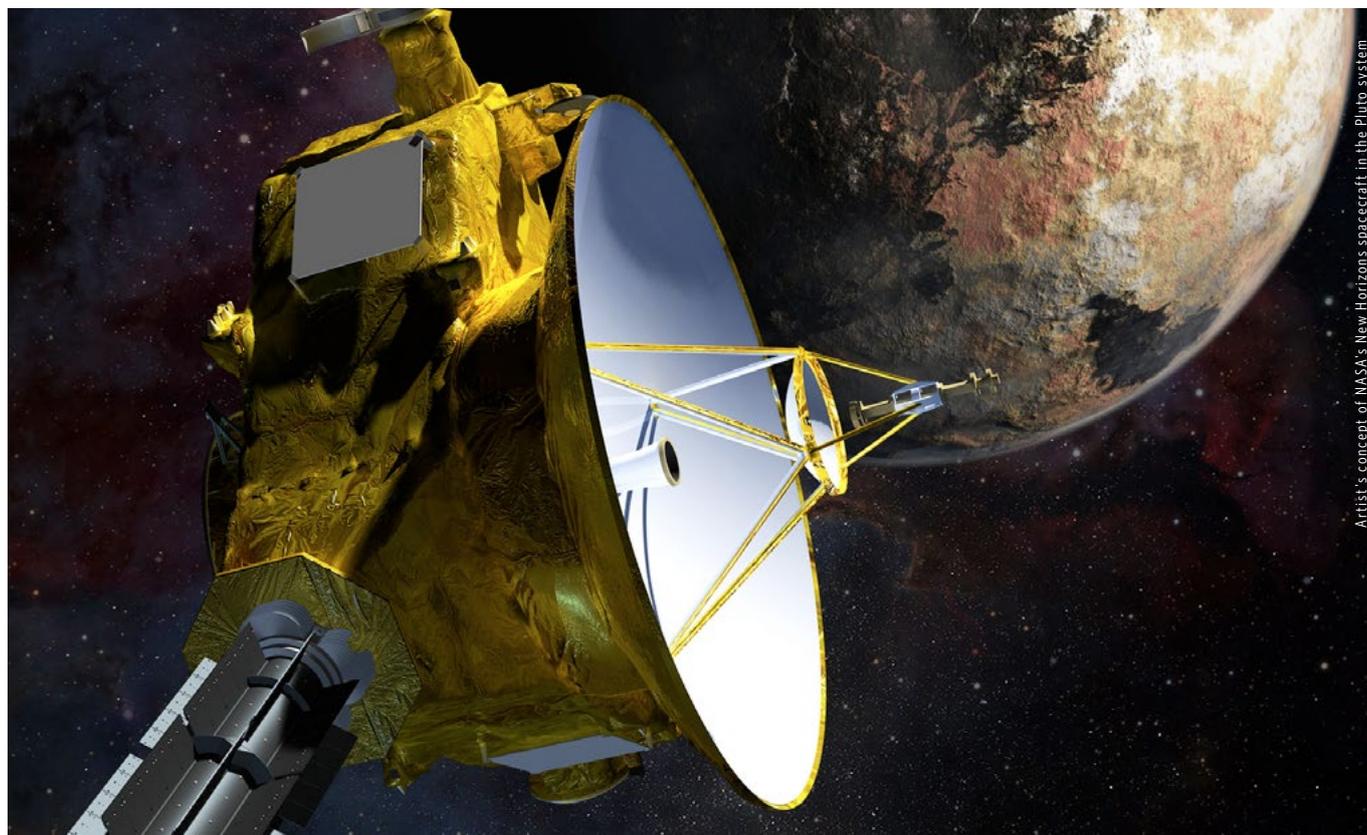
22

Credit: NASA / Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory / Southwest Research Institute  
Image processing by Daniel Macháček 2015

# A tu per tu con il pianeta nano

di **Paolo Magliocco**

Il sorvolo di Plutone da parte della sonda New Horizons è stato uno degli eventi scientifici dell'anno. Ecco che cosa ci raccontano i dati inviati finora da questa missione ai confini del Sistema Solare.



Artist's concept of NASA's New Horizons spacecraft in the Pluto system

La sonda New Horizons alle porte di Plutone (ricostruzione grafica)

**D**opo nove anni e mezzo di viaggio e più di cinque miliardi di chilometri percorsi, la sonda New Horizons è arrivata vicina, vicinissima a Plutone, sorvolandolo da appena 12 500 chilometri di distanza lo scorso 14 luglio. Per la prima volta è stato possibile vedere questo pianeta nano, lontano dalla Terra più di 32 volte quanto è lontano da noi il Sole, con un dettaglio straordinario. Plutone ha svelato montagne alte 3500 metri, probabilmente fatte di ghiaccio, un suolo a tratti liscio e quasi privo di crateri e un'atmosfera ancora tutta da studiare e capire. E ancora, il suo satellite maggiore, Caronte, ha mostrato un monte che

sorge all'interno di un grande cratere e anche delle altre lune si sa finalmente qualcosa in più.

Insomma, grazie alla missione New Horizons abbiamo per la prima volta visitato e conosciuto un altro remoto angolo del nostro "condominio spaziale" e lo stiamo trovando pieno di novità interessanti. Plutone non è un mondo statico, non è come la nostra Luna: è attivo e in continuo cambiamento, geologicamente "vivo".

Se non bastasse, il volo della sonda continua e potrà per la prima volta incontrare uno dei grandi oggetti che popolano la Fascia di Kuiper, dei quali si sa finora pochissimo.

**UN QUASI-PIANETA PIENO DI SORPRESE**

D'altra parte, Plutone era già fonte di curiosità anche prima dello storico sorvolo del 14 luglio. La sua storia è probabilmente più ricca di stranezze e colpi di scena di quella di ogni altro corpo del Sistema Solare. Lontanissimo e quasi invisibile da Terra, Plutone fu scoperto solo nel 1930 dall'astronomo americano Clyde Tombaugh, un dilettante, appassionato esploratore del cielo, che era arrivato alle osservazioni professionali senza alcuna formazione universitaria. A lui venne dato il compito di cercare il pianeta mancante, il nono corpo celeste in orbita attorno al Sole che secondo i maggiori astronomi dell'epoca doveva esistere per spiegare le perturbazioni nell'orbita di Nettuno. Tombaugh ce la mise tutta e riuscì a scovare il pianeta analizzando con infinita pazienza le foto del cielo alla ricerca di un oggetto in movimento tra le stelle. Il fatto è che la perturbazione dell'orbita di Nettuno, si scoprì poi, non c'era affatto. E, quindi anche Plutone avrebbe potuto non esserci. Insomma, fu scoperto un po' come l'America, quasi per errore.

Nono pianeta del Sistema solare per oltre sessant'anni, Plutone è stato alla fine declassato a pianeta nano, o quasi-pianeta, nel 2006, proprio quando la sonda New Horizons era finalmente riuscita a mettersi in viaggio per cercare di osservarlo da vicino.

Plutone ha un'orbita irregolare, che si avvicina al Sole più di quella di Nettuno per poi allontanarsi

anche molto di più: la sua distanza dalla nostra stella varia da un minimo di circa 30 UA (ora è a 33,25) fino a circa 50 UA (1 UA, unità astronomica, è la distanza media tra la Terra e il Sole). Per girare attorno al Sole impiega ben 247,8 anni terrestri e, quindi, da quando è stato scoperto a oggi non ha percorso nemmeno la metà di questa orbita. Anche la sua rotazione è diversa da quella degli altri corpi del Sistema Solare. Plutone ha una luna, Caronte, che ha un diametro superiore alla metà del suo (il rapporto più alto tra un pianeta e una sua luna nel Sistema Solare) e che non orbita attorno a lui bensì insieme a lui: i due corpi celesti hanno un centro di massa che è esterno a entrambi e si comportano come due ballerini allacciati tra loro che ruotano insieme e sulla pista.

Plutone è piccolo, ha un diametro pari ad appena il 60% di quello della nostra Luna e circa la metà di quello di Mercurio (anche se non è per questo che è stato definito pianeta nano). E piccola, ma molto attrezzata, è anche la sonda che ci sta svelando come è fatto.

**UN PIANOFORTE NELLO SPAZIO**

Partita da Cape Canaveral il 19 gennaio del 2006, New Horizons ha viaggiato a una velocità oltre 50 000 km/h (circa 14,5 km/s, il doppio della velocità a cui viaggia la Stazione Spaziale Internazionale e la più alta mai raggiunta da una sonda) per 3450 giorni prima di avvicinarsi alla minima distanza da Plutone.



New Horizons misura meno di tre metri per un'altezza di 70 centimetri, la sua forma assomiglia ad un pianoforte

La navicella è un oggetto di forma irregolare che assomiglia a un parallelepipedo con base triangolare al quale sono agganciate un'antenna parabolica e un cilindro. I lati misurano meno di tre metri per un'altezza di 70 centimetri, e per questo è stato paragonato a un pianoforte. In tutto pesa 465 chilogrammi. Sulla navicella sono montati sette strumenti scientifici. Il più famoso è la fotocamera digitale LORRI, che realizza le immagini nella banda visibile e che può fornire dettagli, nel momento del sorvolo alla minima distanza, nell'ordine di 60 metri. Ma ci sono spettrometri per l'infrarosso (RALPH) e l'ultravioletto (ALICE), per il vento solare e il plasma (SWAP), uno strumento per l'analisi delle particelle ad alta energia (PEPSSI), uno per l'analisi delle emissioni radio di Plutone (REX) che aiuterà lo studio della sua atmosfera e infine uno strumento, realizzato e gestito da studenti, che studia la polvere spaziale incontrata dalla sonda (SDC).

Per controllare la rotta, New Horizons ha fotocamere e un processore che confronta le immagini rilevate con una mappa di oltre 2000 stelle, un rilevatore rivolto verso il Sole, giroscopi e oscilloscopi. Ogni suo apparecchio consuma appena tra due e dieci Watt e tutta la sonda consuma circa 180 Watt. Poiché New Horizons è troppo lontana dal Sole, la cui luce a quelle distanze è mille volte più tenue che sulla Terra, per poter sfruttare un generatore fotovoltaico, la sua energia viene da uno strumento che si chiama RTG, generatore termoelettrico a radioisotopi, che sfrutta la radioattività naturale del diossido di plutonio per generare calore che viene poi trasformato in corrente elettrica.

La propulsione è affidata a un sistema monopropellente (senza comburente) a idrazina ( $N_2H_4$ ), sostanza che viene decomposta in gas grazie a un catalizzatore. Ma è stato utilizzato solo per tempi brevissimi, per correggere la rotta. La sonda è riuscita comunque a centrare il corridoio di passaggio accanto al pianeta previsto dai piani di volo, largo appena 90 chilometri: un'impresa alla sua velocità!

La registrazione dei dati viene effettuata su due memorie a stato solido da appena 8 Gb e la trasmissione dei dati verso la Terra impiega 4,5 ore e avviene tra 0,6 e 1,2 Kb al secondo, cinquanta volte meno dei primi modem per il collegamento a Internet, quelli che trasmettevano 56 Kb/s. Per ricevere i dati raccolti nel passaggio ravvicinato e poter vedere le foto in alta risoluzione ci vorrà quasi un anno e mezzo di tempo. Ecco perché i risultati noti finora sono solo un assaggio di quel che si potrebbe trovare.

#### OLTRE PLUTONE

New Horizons non è la sonda che si è spinta più lontano dalla Terra (Voyager 1 e 2 sono ancora attive e sono molto più lontane). Ma questa navicella potrebbe (e dovrebbe) essere la prima a incontrare da vicino altri oggetti trans-nettuniani, quelli che appartengono alla Fascia di Kuiper, dove viaggiano migliaia di pianetini, asteroidi e comete del tutto sconosciuti o dei quali si sa ben poco. La navicella si sta irrimediabilmente allontanando da Plutone, non era possibile manovrarla perché entrasse in orbita attorno a lui per continuarne lo studio, e a gennaio del 2016 la fase di osservazione del pianeta nano terminerà. I responsabili della missione decideranno allora quale sarà il suo obiettivo, scegliendo tra due oggetti quasi minuscoli, grandi appena dai 30 ai 55 chilometri.

#### CINQUE LUNE, UN'ATMOSFERA DI AZOTO E QUALCHE NEBBIA

La prima scoperta, fatta al momento di decidere la rotta per l'ultimo avvicinamento a Plutone, è che, contrariamente a quanto si pensava, le sue lune sono soltanto cinque. Caronte è la più grande, con un diametro di 1200 km. Di Notte e Idra ora si conoscono le misure (tra 30 e 50 km di lunghezza e di larghezza) e la forma (la prima è allungata, la seconda irregolare) Per saperne di più su Stige e Cerbero ci vorrà ancora un po' di pazienza.

Ma l'attenzione è al momento puntata soprattutto su Plutone e Caronte e sulle somiglianze e le differenze tra le due. Per esempio, Plutone ha un'atmosfera, Caronte no. L'atmosfera di Plutone, osservata soprattutto grazie al suo passaggio davanti al Sole, appare incredibilmente estesa, fino a 1600 km di altitudine dal suolo, ha una pressione 10 000 volte inferiore rispetto a quella terrestre, è composta al 98% da azoto – ma l'azoto sfugge continuamente nello spazio, a migliaia di tonnellate all'ora, e non si sa come possa essere ricostituito – mentre negli strati più bassi si formano nebbie dovute all'interazione dei raggi ultravioletti con il metano presente su Plutone.

#### UNA SUPERFICIE GIOVANISSIMA

Sia il quasi-pianeta sia il suo satellite maggiore hanno una superficie che in alcune zone gli astronomi giudicano "incredibilmente giovane". Su Plutone sono state scoperte pianure che avrebbero non più di 100 milioni di anni e dunque create da un'attività geologica che potrebbe essere ancora in corso. Sulle pianure si vedono lunghi segmenti simili a quelli che si formano sul fango essiccato. Sono pianure ghiacciate, la temperatura è attorno a 40K, e i ghiacci potrebbero essere in movimento. Oltre le pianure si scorgono montagne di ghiaccio alte fino a 3500 metri, ma anche una catena montuosa più modesta, tra 1000 e 1500 metri di altezza. Ci sono distese di buche che potrebbero essere create dalla sublimazione del ghiaccio della superficie, in una sorta di

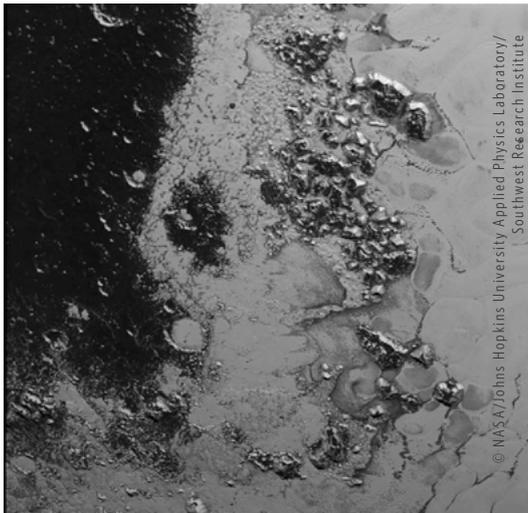


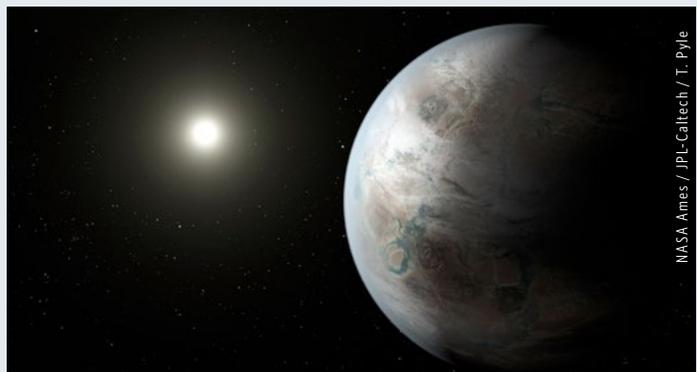
Immagine della catena montuosa Tombaugh Regio, situata tra luminose pianure ghiacciate e numerosi crateri

attività vulcanica. C'è metano ghiacciato, come già si sapeva, ma adesso si scopre che la sua distribuzione è molto irregolare tra le varie zone di Plutone. Si tratta di "una delle delle superfici più giovani mai osservate nel Sistema Solare" ha dichiarato Jeff Moore del New Horizons Geology, Geophysics and Imaging Team (GGI) della NASA. Ci sono però anche aree segnate da crateri che potrebbero avere miliardi di anni (ai link [link.pearson.it/162F6862](http://link.pearson.it/162F6862) e [link.pearson.it/612858F4](http://link.pearson.it/612858F4) si trovano due suggestive animazioni della superficie di Plutone). Anche su Caronte i crateri sono meno frequenti di quanto si pensasse. Sono stati visti una lunga striscia di strapiombi e voragini e canyon profondi fino a nove chilometri. ●

In una profonda voragine si è sorprendentemente formata una montagna. Anche Caronte, che i geologi pensavano fosse solo una palla di roccia e ghiaccio, avrebbe dunque una propria attività geologica di origine ancora misteriosa.

#### IL CUGINO (LONTANISSIMO) DELLA TERRA

Nonostante i successi di New Horizons, la scoperta astronomica dell'anno rischia di essere (almeno per l'immaginario collettivo) il pianeta Kepler 452b, presentato come il pianeta più simile alla Terra che sia mai stato individuato al di fuori del Sistema Solare. Kepler 452b prende il nome dalla missione della Nasa dedicata proprio alla ricerca di esopianeti attraverso il telescopio spaziale Kepler. È appena il 60% più grande in termini di diametro del nostro pianeta (ed è perciò definito una super-Terra), ruota attorno a una stella della stessa classe di stelle del nostro Sole (e molto simile in termini di dimensioni e temperatura) e si trova non solo nella fascia di abitabilità (cioè nella zona in cui l'acqua potrebbe essere liquida), ma anche a una distanza simile a quella della Terra dal Sole. L'enfasi messa dall'Agenzia spaziale americana nell'annuncio, dunque, ha qualche giustificazione. Tuttavia per ora non si sa neppure se Kepler 452b sia un pianeta roccioso oppure no. Da qui a definire se possa ospitare forme di vita, la strada è dunque ancora lunga. E non sarà facile saperne di più su questo pianeta, visto che si trova a 1600 anni luce da noi. Ma la ricerca continua.



Raffigurazione artistica del pianeta Kepler 452b

#### PER APPROFONDIRE

- Il sito della Nasa dedicato alla missione New Horizons e a Plutone, con continui aggiornamenti. [link.pearson.it/F1974565](http://link.pearson.it/F1974565)
- Tutte le news sulla missione New Horizons pubblicate dal sito dell'Inaf, Istituto nazionale di astrofisica. [link.pearson.it/869075F3](http://link.pearson.it/869075F3)
- Serie di video di circa un minuto e mezzo pubblicati dalla Nasa e dedicati alle scoperte della sonda New Horizons. [link.pearson.it/D4619E94](http://link.pearson.it/D4619E94)
- Animazione della Nasa su come è cambiato il nostro modo di vedere Plutone. [link.pearson.it/A366AE02](http://link.pearson.it/A366AE02)
- Su wired.it, raccolta di articoli su Plutone e la missione New Horizons. [link.pearson.it/3A6FFFB8](http://link.pearson.it/3A6FFFB8)
- Una lezione sugli esopianeti (in inglese). [link.pearson.it/4D68CF2E](http://link.pearson.it/4D68CF2E)
- V. Murelli, *Giovanna Tinetti racconta*, intervista all'astrofisica Giovanna Tinetti sulla ricerca di esopianeti, in "Linx Magazine", aprile 2009. [link.pearson.it/D30C5A8D](http://link.pearson.it/D30C5A8D)
- Sito della Nasa dedicato alla ricerca degli esopianeti. [link.pearson.it/A40B6A1B](http://link.pearson.it/A40B6A1B)

#### Paolo Magliocco

è un giornalista, appassionato di scienza e divulgazione. Dirige il sito Videoscienza ([link.pearson.it/3028421F](http://link.pearson.it/3028421F)). Ha scritto un libro sulla scoperta del bosone di Higgs (*La grande caccia*, Pearson) e collabora con giornali e trasmissioni tv.



## Scheda Didattica / Per l'insegnante

**A tu per tu con il pianeta nano**di **Barbara Scapellato****PERCHÉ PLUTONE NON È PIÙ UN PIANETA?**

Qualunque classificazione deriva dalla necessità umana di catalogare oggetti, metterli a confronto, individuare caratteristiche comuni per poterne discutere. Uno schema di classificazione viene creato sulla base di caratteristiche che siano osservabili o misurabili. La classificazione può aiutare anche a chiarire le relazioni tra oggetti e rivelare qualcosa sulla loro storia o le loro origini. A volte, però, emergono nuove informazioni che modificano la nostra comprensione di questi oggetti e delle loro relazioni e di conseguenza anche i nostri schemi di classificazione devono essere modificati in modo da tener conto di queste nuove informazioni.

Fino al 2006 Plutone era considerato il pianeta più lontano del Sistema Solare ma, a seguito della scoperta di altri corpi simili (tra cui Eris, Quaoar e Sedna) nella cosiddetta fascia di Kuiper, è stato declassato a pianeta nano. In questa attività gli studenti raccoglieranno e interpreteranno dati relativi a corpi del nostro Sistema Solare per comprendere le motivazioni che hanno spinto l'IAU (International Astronomical Union) a declassare Plutone a pianeta nano (vedi anche [link.pearson.it/BA7D9F43](http://link.pearson.it/BA7D9F43)).



Immagine di Mercurio

**1.** Durante la lezione precedente, assegnare come compito a casa la ricerca di alcune caratteristiche (diametro in km, densità in g/cm<sup>3</sup>, massa in kg, presenza di atmosfera ed eventuale composizione, oggetto intorno a cui orbita, descrizione dell'orbita, distanza media dall'oggetto intorno a cui orbita in km, periodo di rivoluzione in anni, periodo di rotazione in ore, eventuali satelliti noti) dei seguenti oggetti del Sistema Solare: Mercurio, Venere, Terra, Marte, Giove, Saturno, Urano, Nettuno, Plutone, Eris, Ceres, Tempel 1, Luna, Europa, Encelado, Caronte, Eros, Borrelly, Sedna. Per aiutare i ragazzi nella ricerca e nell'organizzazione dei dati, si può fornire la seguente scheda relativa a Mercurio:

OGGETTO	MERCURIO
Diametro (km)	4800
Densità (g/cm <sup>3</sup> )	5,4
Massa (kg)	3,3 x 10 <sup>23</sup>
Atmosfera? Se sì, composizione:	elio, sodio, ossigeno
Orbita intorno a...	Sole
Descrizione dell'orbita:	orbita quasi circolare, priva di eventuali altri corpi di dimensioni confrontabili o superiori
Distanza media dall'oggetto intorno a cui orbita (km)	57 milioni
Periodo di rivoluzione (anni):	0,24
Periodo di rotazione (ore):	1407,5
Satelliti noti:	nessuno

Diversi siti presentano i dati in questione. Tra quelli da consultare si consiglia di usare: NASA ([link.pearson.it/ADBD2630](http://link.pearson.it/ADBD2630)) e HyperPhysics ([link.pearson.it/CD7AAFD5](http://link.pearson.it/CD7AAFD5)).



## » Scheda Didattica / Per l'insegnante **A tu per tu con il pianeta nano**

**2.** In classe, dividere gli studenti in piccoli gruppi e distribuire la scheda didattica per lo studente, assegnando la lavorazione degli esercizi 1, 2, e 3.

**3.** Al termine dell'attività, assegnare per casa il compito di ricercare le motivazioni effettive che hanno spinto l'IAU a prendere la decisione di declassare Plutone e far annotare sul quaderno l'attuale definizione di pianeta e di pianeta nano.

In breve, l'IAU ha stabilito che, escludendo i satelliti, i pianeti e gli altri corpi del Sistema Solare debbano essere raggruppati in tre categorie distinte.

- Pianeta: è un corpo celeste che orbita intorno al Sole, ha massa sufficientemente grande per assumere una forma quasi sferoidale (raggiungimento dell'equilibrio idrostatico) e la sua fascia orbitale è priva di eventuali corpi di dimensioni confrontabili o superiori (dominanza orbitale).
- Pianeta nano: è un corpo celeste che orbita intorno al Sole, ha massa sufficientemente grande per assumere una forma quasi sferoidale e la sua fascia orbitale non è priva di eventuali corpi di dimensioni confrontabili o superiori; non è un satellite.
- Piccoli corpi del Sistema Solare: tutti gli altri oggetti, ad esclusione dei satelliti, che orbitano intorno al Sole.

**4.** In classe, dividere gli studenti in piccoli gruppi e assegnare la lavorazione degli esercizi 4 e 5 della scheda didattica per lo studente.



# Il seme di Pandora

di **Vincenzo Guarnieri**

Una serie di originali percorsi didattici a partire dal libro dell'antropologo e genetista Spencer Wells. Per riprendere in classe concetti scientifici classici (dal DNA ai meccanismi evolutivi, ai principi dell'ecologia) da una prospettiva insolita, che muove le mosse dal grande stravolgimento determinato da agricoltura e allevamento.



© Frank Kraimer/Corbis

L'agricoltura e la domesticazione ha salvato l'uomo dall'estinzione e ha stravolto ogni aspetto dello stile di vita dell'uomo, compresa l'alimentazione

**L'**agricoltura è stata una trappola per la nostra specie. È quello che sostiene Spencer Wells, antropologo e genetista di popolazioni, direttore del Genographic Project del National Geographic, nel suo libro *Il seme di Pandora* (Codice edizioni, Torino 2011, [link.pearson.it/9F8B44B2](http://link.pearson.it/9F8B44B2)). Wells non parla soltanto della moderna agricoltura industriale, con le sue criticità ambientali e

sociali. Ma dell'invenzione che nutre buona parte degli esseri umani da circa 10 000 anni e da cui sono nate tutte le "civiltà". L'autore osserva tale invenzione da una prospettiva insolita, attraverso le lenti della genetica, della paleoantropologia e di molte altre discipline. Ne ricostruisce le origini e la contestualizza all'interno della storia della nostra specie e del nostro pianeta. Il quadro che

compone di pagina in pagina ci permette di vedere più in profondità la situazione di crisi globale che caratterizza il presente e fornisce spunti di riflessione per proiettarci verso il futuro. Fornisce anche ottimi spunti didattici per riprendere e far consolidare in classe concetti scientifici, a partire da quelli legati alla genetica e alla biologia molecolare, affrontandoli in modo interdisciplinare. Perché la conoscenza della struttura e della funzione del DNA ci fanno comprendere meglio chi siamo e cosa mangiamo? L'agricoltura è davvero stata una trappola? Ci salverà la genomica?

La lettura integrale del libro, fortemente consigliata agli insegnanti, potrebbe risultare impegnativa per gli allievi: nonostante il testo sia scorrevole e ricco di aneddoti, le oltre 200 pagine sono decisamente ricche di informazioni. È possibile tuttavia selezionare alcune parti da proporre alla classe a seconda degli argomenti che si preferisce affrontare. Ecco qualche suggerimento.

#### L'EVOLUZIONE NEL DNA

Perché alcune persone digeriscono il latte, mentre altre no? Nel primo capitolo del libro, Spencer Wells racconta il suo incontro con Jonathan Pritchard, genetista all'Università di Stanford, uno degli autori di un importante studio sul genoma umano e sul processo di selezione che questo ha subito nel tempo. Lo studio, pubblicato nel 2006 sulla rivista PLOS Biology, ha impiegato la HapMap, una mappa degli aplotipi umani ([link.pearson.it/FF4CCD57](http://link.pearson.it/FF4CCD57)). In poche pagine, Wells descrive il DNA, la sua funzione nelle cellule e come viene trasmesso di generazione in generazione, evidenziando i sistemi che garantiscono l'aumento della variabilità genetica in una popolazione, come la ricombinazione genica e la mutazione. Va precisato che, in questa parte del testo, il concetto di DNA viene presentato in modo riduttivo. Occorrerebbe integrare, ribadendo il ruolo fondamentale svolto dall'ambiente nell'espressione genica, citando, per esempio, i recenti sviluppi nel campo dell'epigenetica. A tale fine risulta di grande aiuto estendere la lettura al Capitolo 5. Tornando allo studio sulla HapMap, viene evidenziato come la nostra specie abbia subito, circa 10 000 anni fa, un "pesante" periodo di pressione selettiva che ha coinvolto principalmente i geni legati al metabolismo del cibo. L'autore incrocia questi dati con quelli provenienti dal campo della paleoantropologia: *Homo sapiens* nasce circa 195 000 anni fa; intorno a 60 000 anni fa,

la sua presenza sul pianeta è talmente ridotta da rischiare l'estinzione; poi succede qualcosa che genera un aumento della popolazione e, infine, circa 10 000 anni fa, succede qualcos'altro che accelera notevolmente tale tendenza. Quest'ultimo evento è legato proprio all'introduzione dell'agricoltura e dell'allevamento, fenomeno che stravolge ogni aspetto dello stile di vita dell'uomo, a partire dalla sua alimentazione. A livello genetico, l'esempio più evidente di questo stravolgimento è rappresentato dal caso della lattasi. Nel genoma delle popolazioni che, con l'allevamento, hanno introdotto il latte nella loro dieta è stata selezionata positivamente una variante di questo enzima che rimane attiva anche dopo l'infanzia, al contrario di ciò che normalmente succede, consentendo la digestione del lattosio anche agli adulti. L'autore mostra la distribuzione di questa variante nella popolazione attuale e considera altri geni che sono stati modificati in quel periodo straordinario della nostra storia. Attraverso la parte iniziale di questo libro è possibile consolidare concetti come quello di DNA o di evoluzione, a partire dall'esperienza personale degli allievi, come la loro capacità di digerire il latte. Per approfondire ulteriormente può essere utile dare uno sguardo con gli studenti all'articolo scientifico citato nel testo e al sito del progetto HapMap ([link.pearson.it/7884BFDC](http://link.pearson.it/7884BFDC)).

#### LA DOMESTICAZIONE E LA NOSTRA DIETA

Perché mangiamo così tanto grano, riso e mais? Le proprietà del genoma vengono rimesse in campo per raccontare il processo di domesticazione delle specie selvatiche alla base dell'invenzione di agricoltura e allevamento. Le piante impiegate (grano e orzo in Medio Oriente, riso tra India e Cina, mais nel Messico) hanno tutte la caratteristica di possedere un'elevata plasticità genetica. In altri termini, il loro genoma è in grado di modificarsi rapidamente da una generazione a quella successiva. Questo grazie al fatto di essere poliploidi e di contenere nel loro genoma un grande numero di elementi trasponibili, proprietà spiegate efficacemente in poche righe nel Capitolo 2 (pagine 50-53). Wells mostra che, oltre alla plasticità genetica che ha permesso di selezionare con una certa rapidità i tratti desiderati, nel processo di domesticazione sia stato fondamentale il controllo della riproduzione di piante e animali, vale a dire la capacità di gestire autonomamente i semi (o i piccoli, nel caso dell'allevamento) senza dover "tornare nell'ambiente" per procurarsene di nuovi.

Questo aspetto può fornire spunti di riflessione sulla situazione degli agricoltori moderni che non gestiscono quasi più i semi e devono rivolgersi alle ditte semenziere per acquistarli.

Per ottenere ulteriori riscontri su come si è modificata nel tempo la dieta di *Homo sapiens*, l'autore racconta le analisi chimiche che vengono effettuate sulle ossa dei nostri antenati.

Il rapporto tra gli elementi chimici stronzio e calcio, per esempio, può dirci se la dieta seguita da una persona era più vegetariana o carnivora. Mentre il rapporto tra gli isotopi del carbonio 13 e 12 fornisce indicazioni sul tipo di piante di cui si nutriva, se di tipo C3 (più antiche, di cui si cibavano i cacciatori-raccoglitori) o di tipo C4 (come il mais, selezionate "recentemente" dagli agricoltori). Questa parte di testo (pagine 43-49) offre la possibilità di riprendere alcuni concetti di chimica e genetica, applicandoli per comprendere meglio il metabolismo delle piante e la dieta dell'uomo.

#### SIAMO ANCORA CACCIATORI-RACCOGLITORI

Perché sempre più persone diventano obese o diabetiche? La nostra storia e quella dei nostri geni possono aiutarci a trovare una risposta anche a questa domanda. In Medio Oriente, prima dell'avvento dell'agricoltura le persone consumavano circa 150 specie diverse di piante. Subito dopo, questo numero è sceso a 8, tra le quali spicca il grano. La percentuale di carboidrati introdotti con la dieta è aumentata drasticamente, una sorta di "cancro nutrizionale", come lo definisce Wells, con conseguenze sulla salute che sono diventate sempre più evidenti in epoca recente. Perché? Anche se il nostro genoma si è in parte modificato per adattarsi alla nuova vita da agricoltore-allevatore (come il caso della lattasi ci racconta), rimane in prevalenza quello di un cacciatore-raccoglitore. La capacità di mantenere in funzione l'organismo in condizioni di scarso apporto calorico è stato per un lunghissimo periodo un carattere fortemente adattativo. Questo ha generato il cosiddetto "genotipo frugale". Molto utile quando c'è poco da mangiare, può essere controproducente se il cibo abbonda ed è ricco di carboidrati. In assenza di elevata attività fisica si creano le condizioni per lo sviluppo di obesità e diabete. Wells riporta il caso didatticamente molto efficace dei samoani. Per quale motivo sono così obesi? La loro storia è raccontata da pagina 72 a pagina 76, insieme alle ragioni evolutive per cui è spesso così difficile mangiare con moderazione. E inoltre, perché non sempre è così facile fare esercizio fisico? Perché i



cibi industriali sono così ricchi di zuccheri aggiunti? La conoscenza del nostro "bagaglio evolutivo" da cacciatori-raccoglitori è un potente strumento per decodificare la realtà che ci circonda.

#### INSEGNARE A SCEGLIERE... NELLA COMPLESSITÀ

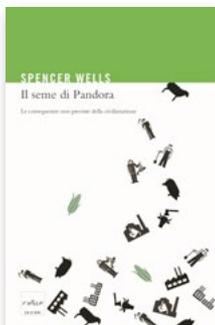
Wells attinge dalla geologia e dalla climatologia per mettere in relazione determinati eventi catastrofici con i cambiamenti climatici su scala globale che in passato hanno obbligato la nostra specie a "reagire". Circa 70 000 anni fa l'eruzione del vulcano Toba in Indonesia potrebbe aver stimolato le capacità comunicative di *Homo sapiens* dando il via alla sua evoluzione culturale, di certo più veloce di quella biologica. Circa 13 000 anni fa, il crollo di una gigantesca diga di ghiaccio nell'America settentrionale ha provocato la miniglaciazione del *Dryas recente* che ha obbligato alcune comunità umane (stanziali e ormai troppo numerose) a darsi all'agricoltura, nonostante questa pratica li facesse stare peggio dei loro contemporanei cacciatori-raccoglitori. È questa la "trappola" che l'autore descrive con chiarezza e sempre più in dettaglio a partire dalle prime pagine del libro. E oggi? Considerato che siamo di nuovo di fronte a una situazione di cambiamento climatico globale, come possiamo reagire? Negli ultimi tre capitoli l'autore propone collegamenti tra argomenti apparentemente molto distanti tra loro: il fondamentalismo religioso, facebook, la crisi energetica e quella

Il nostro genoma  
rimane in  
prevalenza quello  
di un cacciatore-  
raccoglitore



Gli ecosistemi naturali, prima dell'avvento dell'agricoltura, garantivano una maggiore varietà alimentare e una qualità nutrizionale più adatta all'organismo umano

idrica, l'ansia generalizzata, l'inibizione dei jazzisti ecc. Tutti spunti utili per riflettere sul presente e sul futuro. E, per tornare a parlare di DNA, per contestualizzare l'evoluzione della ricerca nel campo della biologia molecolare. L'ingegneria genetica potrà salvarci dalle malattie e dalla fame? Il Capitolo 5 parla di test genetici e fecondazione in vitro, di terapia genica e di rapporto tra genotipo e fenotipo. Racconta con chiarezza come l'uomo abbia sempre "armeggiato con la natura" con strumenti via via sempre più potenti. Parla di complessità degli ecosistemi e di come il nostro intervento possa generare effetti indesiderati. Queste pagine forniscono all'insegnante molte idee per riflettere in classe su bioetica e non solo. L'ultimo capitolo e, in particolare, il paragrafo finale del libro, intitolato *Volere di meno*, è ricco di spunti per lavorare sul ruolo della scienza e sulla necessità di conoscere il nostro passato, anche genetico, per "scegliere" dove dovremmo andare domani. Perché, come riporta Spencer Wells, "poter fare qualcosa non significa che lo si debba fare". Un punto di vista stimolante, anche per la scuola. ●



#### PER APPROFONDIRE

- *Genographic Project* ([link.pearson.it/1142AC7B](http://link.pearson.it/1142AC7B)) Si tratta di un progetto del National Geographic, nato nel 2005 per studiare le origini dell'uomo e i suoi spostamenti sul pianeta, basandosi sull'analisi del DNA. C'è anche un TED talk in cui il direttore Spencer Wells racconta il progetto: [link.pearson.it/66459CED](http://link.pearson.it/66459CED).
- M. Boscolo ed E. Tola, *Iran, le nuove sementi nascono senza multinazionali*, in *wired.it*, 12 dicembre 2014 ([link.pearson.it/F821094E](http://link.pearson.it/F821094E)). Articolo prodotto nell'ambito del progetto SEEDiversity ([link.pearson.it/8F2639D8](http://link.pearson.it/8F2639D8)).

#### Vincenzo Guarnieri

è chimico e ha un dottorato di ricerca in biochimica e biotecnologia cellulare.

Si occupa di comunicazione della scienza. Ha pubblicato *Maghi e reazioni misteriose* (Lapis edizioni, 2007), una storia della chimica per ragazzi.

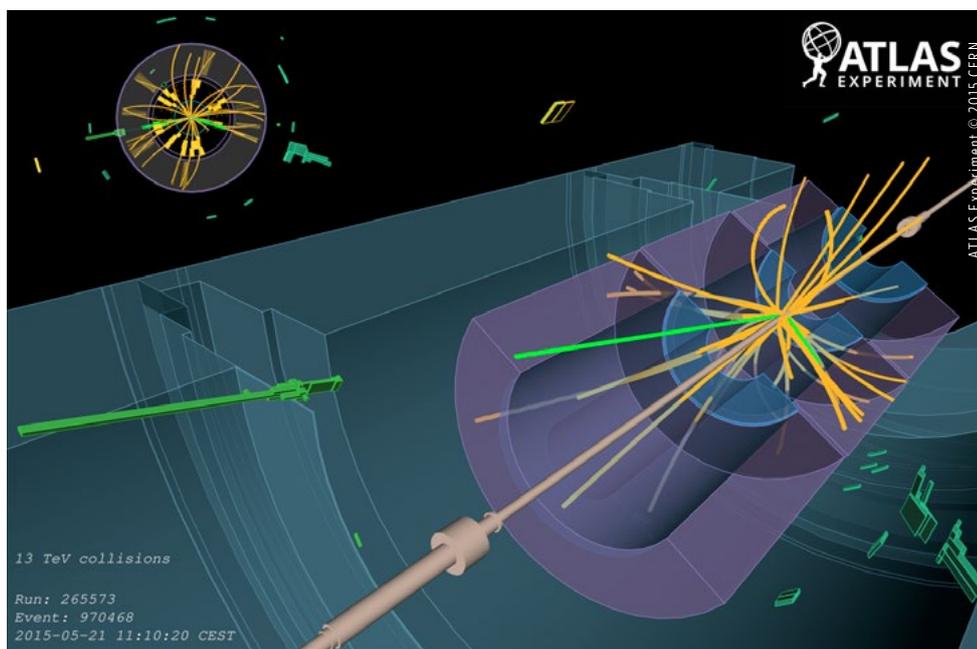


## Scheda Didattica / Per l'insegnante

### Lavorare su Media ed errore con i dati di LHC

di Anna Camisasca

La scoperta del bosone di Higgs e l'attenzione mediatica che ne è conseguita hanno reso la fisica delle particelle un argomento di diffuso interesse, tale da affascinare persone di ogni età. In questa scheda propongo un'attività didattica per introdurre i concetti di media e di errore assoluto e relativo proprio partendo da questo ambito di ricerca. L'attività - rivolta in particolare ad alunni del primo anno di scuola secondaria di secondo grado - si basa sull'utilizzo del sito *Hypatia* ([link.pearson.it/2B42B473](http://link.pearson.it/2B42B473)), che permette di lavorare con dati originali provenienti dal Cern. Con essa si intende collegare le conoscenze di base della fisica con le più attuali scoperte scientifiche, con l'obiettivo di affascinare gli alunni introducendoli "in punta di piedi" al mondo degli acceleratori di particelle.



Visualizzazione di un evento di collisione protone-protone registrato da ATLAS il 21 maggio 2015 ad una energia di collisione di 13 TeV. Un elettrone e un positrone ad alta energia sono identificati con una massa invariante coerente con quella di un bosone Z

#### BREVE INTRODUZIONE TEORICA

Situato tra la Svizzera e la Francia, il Large Hadron Collider (LHC) del Cern costituisce il più grande laboratorio al mondo di fisica delle particelle. Qui gli scienziati cercano di esplorare i segreti della materia e di ricreare ciò che è avvenuto pochi istanti dopo la nascita dell'Universo. Per fare ciò, le particelle sono portate a velocità estremamente elevate (quasi 300 000 000 m/s) e fatte urtare tra di loro. Durante le collisioni si creano nuove particelle, che a loro volta decadono, cioè si trasformano, in altre. Studiando le caratteristiche delle particelle frutto del decadimento è possibile comprendere le proprietà di quelle iniziali.

Per rintracciare le particelle prodotte in seguito alla collisione, si utilizzano strumenti detti rivelatori di particelle: Atlas è uno di essi (leggi anche [link.pearson.it/B52621D0](http://link.pearson.it/B52621D0)). È costituito da diversi elementi, ognuno dei quali reagisce in modo differente al passaggio di particelle di diversa natura.

Tra le varie particelle studiate al Cern c'è il bosone Z. Molto comune in condizioni estreme, come nelle esplosioni di supernovae, o alle origini del nostro Universo, esso è una particella neutra con un tempo di vita estremamente breve ( $3 \times 10^{-25}$  s). Questo significa che, pochi istanti dopo essere stato creato, ad esempio dall'urto tra due protoni, decade. In particolare, un bosone Z può decadere in due muoni. Il muone è una particella che interagisce poco con la materia: una volta creato, prosegue pressoché indisturbato la sua traiettoria, essendo in grado di attraversare i materiali di cui è fatto il rivelatore. Poiché studiando le caratteristiche delle particelle prodotte in un decadimento è possibile conoscere proprietà fondamentali della particella iniziale, dallo studio dei muoni è possibile ricavare la massa del bosone Z. L'obiettivo dell'attività proposta è proprio quello di ricavare la massa del bosone Z.



## » Scheda Didattica / Per l'insegnante **Lavorare su Media ed errore con i dati di LHC**

### RICAVARE LA MASSA DEL BOSONE Z: PROCEDIMENTO

1. Per svolgere questo esercizio, per prima cosa è necessario collegarsi al sito *Hypatia* ([link.pearson.it/2B42B473](http://link.pearson.it/2B42B473)), per analizzare i dati forniti dal Cern. Dopo aver selezionato la voce *Hypatia 4*, si accede a una schermata dove sono rintracciabili i seguenti elementi:



- Ⓐ Visione trasversale e longitudinale del rivelatore di particelle Atlas. Le zone colorate in modo differente (grigio, verde, rosso, blu) corrispondono ai diversi elementi del rivelatore, in grado di rintracciare particelle differenti. Le righe bianche centrali corrispondono a tracce di particelle che sono state visualizzate nella parte più interna.
- Ⓑ Il selezionatore di eventi, inizialmente impostato per visualizzare i dati relativi al gruppo 1, evento (ovvero urto) 1.
- Ⓒ Una tabella che riporta i dati riguardanti le diverse tracce (ovvero le diverse particelle prodotte in seguito alla collisione). Quella che è importante per lo svolgimento di questo esercizio è la prima colonna, che indica se la particella considerata è carica positivamente o negativamente. Infatti, poiché il bosone Z è una particella neutra, dovrà decadere in due muoni, di cui uno positivo, l'altro negativo.

Track	+/-	p [GeV]	p <sub>T</sub> [GeV]	φ [rad]	θ [rad]
Tracks_4	-	28.64	20.15	-0.934	-0.780
Tracks_5	+	4.77	1.03	2.632	0.219
Tracks_7	+	4.49	1.06	-0.580	-2.903
Tracks_8	+	67.67	42.39	1.922	2.465
Tracks_9	+	2.41	1.57	0.702	2.436
Tracks_10	+	6.91	3.39	-2.159	-0.514
Tracks_11	-	3.18	2.61	0.258	2.176
Tracks_13	+	3.93	3.49	-1.733	-2.049
Tracks_15	+	1.65	1.36	-1.842	-2.178
Tracks_16	-	7.45	3.57	0.951	2.643
Tracks_17	+	1.72	1.59	1.720	1.970
Tracks_18	-	2.21	1.67	-1.681	-0.856
Tracks_23	-	2.26	1.03	-1.498	-2.669
Tracks_24	+	1.65	1.63	-0.250	-1.440
Tracks_25	+	2.15	1.54	-2.014	-0.797

Event Name	ETMiss	Track	p [GeV]	+/-	p <sub>T</sub> [GeV]	φ [rad]	η [rad]	m <sub>ll</sub> [GeV]	m <sub>lll</sub> [GeV]	o/μ

2. Ecco i passaggi per ottenere una stima della massa del bosone Z.

- Ⓐ Utilizzando il selezionatore di eventi, occorre rintracciare un evento in cui siano presenti due muoni (ricordiamo che i muoni proseguono pressoché indisturbati il loro percorso). Per esempio, si trova traccia di due muoni all'evento 6 del gruppo 1. Cliccando con il mouse sopra alla traccia relativa a uno dei due muoni, essa si illuminerà di rosa e utilizzando il tasto "Insert Muon", la traccia entrerà a far parte di quelle di interesse: le sue caratteristiche saranno così riportate a destra della tabella contenente tutte le tracce. Occorre ora selezionare e inserire anche il secondo muone. Anche le sue caratteristiche compariranno a destra, creando così una nuova tabella. Se il primo muone è negativo, il secondo deve essere positivo, e viceversa.  
La terzultima colonna della tabella, contrassegnata come  $m_{ll}$  [GeV], fornisce, date le caratteristiche dei muoni frutto del decadimento, la massa del bosone Z da cui essi hanno origine; in questo caso  $m_Z = 90,54$  GeV (1 GeV corrisponde a  $1,78 \times 10^{-27}$  kg).



» Scheda Didattica / Per l'insegnante **Lavorare su Media ed errore con i dati di LHC**

Track	+/-	p [GeV]	pT [GeV]	φ [rad]	θ [rad]	Event Name	ETMiss	Track	p [GeV]	+/-	pT [GeV]	φ [rad]	η [rad]	m <sub>II</sub> [GeV]	m <sub>III</sub> [GeV]	e/μ
Tracks_0	-	8.93	1.88	2.638	2.929	event_06.xml / Group_1	10.60	Tracks_4	36.65	-	36.16	-2.546	-0.164	90.54		μ
Tracks_2	+	7.57	1.25	0.546	2.975			Tracks_6	87.87	+	37.43	0.566	-1.498			μ
Tracks_3	-	6.04	1.82	-1.366	-0.306											
Tracks_4	-	36.65	36.16	-2.546	-1.734											
Tracks_5	-	21.51	4.13	0.495	2.948											
Tracks_6	+	87.87	37.43	0.566	2.702											
Tracks_9	+	2.86	1.02	0.424	2.779											
Tracks_10	-	5.17	1.50	0.231	2.848											
Tracks_11	-	1.34	1.10	0.662	0.968											
Tracks_12	+	5.90	1.96	1.221	2.803											
Tracks_13	+	1.53	1.08	2.847	0.784											
Tracks_15	+	1.80	1.31	0.250	2.329											
Tracks_16	-	1.27	1.20	2.554	1.893											
Tracks_17	+	1.42	1.22	-1.885	-2.105											
Tracks_18	+	2.28	1.60	-1.382	-0.790											

- ⓑ Occorre ripetere questa operazione analizzando tutti gli eventi del primo e del secondo gruppo. Per passare da un evento al successivo utilizza il tasto "Next Event". In questo modo, è possibile riuscire a rintracciare 10 coppie di muoni, quindi 10 valori della massa del bosone Z. Per cambiare gruppo si utilizza il menu a tendina cliccando sulla freccia a lato della scritta Group\_1.
- ⓒ Il programma fornisce automaticamente il valore di media e deviazione standard della popolazione. La scheda che segue, da utilizzare dopo aver svolto i passi precedentemente illustrati, può essere uno spunto per completare l'attività da svolgere in classe.

**SOLUZIONI DELLE DOMANDE PROPOSTE**

1. Masse ottenute in GeV: 90,54; 87,58; 87,88; 86,87; 90,27; 90,27; 83,93; 87,32; 94,94; 92,38; 97,66.  
mZ: (90 ± 7) GeV. Errore relativo: 8%
2. 0,003%. L'errore relativo ottenuto in questo esercizio è maggiore rispetto a quello ottenuto dai fisici perché la loro misura è stata ottenuta analizzando 4 500 000 decadimenti Z, contro le 10 misure di questo esercizio.
3.  $1,6231 \cdot 10^{-25} \pm 0,0001 \cdot 10^{-25}$  kg. L'errore relativo, se calcolato prima di approssimare, resta invariato, poiché valor medio ed errore assoluto sono moltiplicati per la stessa quantità.
4. È un istogramma: rappresenta quante volte si sono ottenuti i diversi valori di massa.

## Scheda Didattica / Per lo studente

### Lavorare su media ed errore con i dati di LHC

di Anna Camisasca

#### DOMANDE E ATTIVITÀ

1. Lavorando sul sito [link.pearson.it/2B42B473](http://link.pearson.it/2B42B473), hai ottenuto 10 misure della massa del bosone Z. Determina ora il valore medio della massa del bosone Z, l'errore assoluto e l'errore relativo.
2. L'attuale valore ricavato dai fisici della massa del bosone Z è  $91,185\,4\,0,003$  GeV. Calcola il corrispondente errore relativo e confrontalo con il tuo. Qual è maggiore? Perché?
3. Converti il risultato, che hai ottenuto espresso in GeV, in kg ( $1\text{GeV}$  corrisponde a  $1,78 \cdot 10^{-27}\text{kg}$ ). Quanto vale l'errore relativo ora?
4. In alto a destra nella schermata, sul sito, si è creato un grafico. Clicca su MII e prova a comprendere cosa rappresenta.
5. Il sito che hai utilizzato è denominato Hypatia. Svolgi una breve ricerca incentrata sulla figura di questa importante scienziata.



Ritratto di Hypatia nell'illustrazione del 1908  
di Jules Maurice Gaspard

# Laboratori per tutti

Sul blog *Invito alla natura*, una raccolta di esperimenti semplici, ma d'effetto ed efficaci. Da realizzare rigorosamente con materiali poveri.

PEARSON
RUBRICHE
DISCIPLINE
CONTATTI
RSS
ALWAYS LEARNING

Invito alla natura


Categoria: EasyLab



**Come ti sguscio un uovo crudo... senza mani!**

26 GIUGNO 2015 IN BIOLOGIA, CHIMICA, EASYLAB

Qualche giorno fa ho fatto una scommessa con Emma, la mia figlia seienne: «Scommettiamo che riesco a sgusciare delle uova crude senza usare le mani (e senza romperle)?».

[Continua...](#)



**La candela è (di nuovo) sotto il barattolo**

28 APRILE 2015 IN CHIMICA, EASYLAB, FISICA

Il post di Gianfranco Bo sul classico esperimento da fare con una candela e un barattolo è uno degli articoli più letti e sicuramente quello che ha scatenato commenti molto interessanti e molto... accesi.

[Continua...](#)



**CERCA NEL BLOG**

**ARTICOLI RECENTI**

Luglio 2015: scienza da vedere, fare, ascoltare

Una scorpacciata di libri per l'estate 2015

Le notizie del mese di luglio 2015

Come ti sguscio un uovo crudo... senza mani!

Le notizie del mese di maggio 2015

**CATEGORIE**

**N**on c'è niente di più noto: gli esperimenti e le attività di laboratorio sono spesso la via più efficace verso l'apprendimento. Non sempre, però, è possibile frequentare un vero laboratorio scientifico. In questi casi, esperienze semplici, da svolgere in classe o addirittura a casa con pochi materiali poveri, possono comunque aiutare a introdurre fenomeni e concetti scientifici in modo coinvolgente e "partecipato".

Si tratta esattamente del tipo di attività proposte nella rubrica EasyLab ([link.pearson.it/455EB5A4](http://link.pearson.it/455EB5A4)) di Invito alla Natura, un blog del sistema Science Factory di Pearson ([link.pearson.it/13041222](http://link.pearson.it/13041222)) a cura di docenti o esperti di divulgazione scientifica. In questo numero di Science

Magazine presentiamo l'ultima proposta, dedicata alla possibilità di raffreddare l'acqua, con un semplice rotolo di carta da cucina. Ma sono molti altri gli esempi che si trovano sul sito: di seguito una piccola guida.

## LA CANDELA SOTTO IL BARATTOLO

Una candela accesa, posta sotto un barattolo, dopo un po' si spegne. Ma... dopo quanto tempo? Che cosa si consuma e che cosa si produce durante la combustione? Perché il barattolo si appanna all'interno? E se anche noi ci trovassimo sotto un enorme barattolo chiuso, con una grande candela accesa?

[link.pearson.it/8A0D4398](http://link.pearson.it/8A0D4398)

[link.pearson.it/FD0A730E](http://link.pearson.it/FD0A730E)

**ACETO PIÙ BICARBONATO DI SODIO**

Un classico esperimento per introdurre le reazioni chimiche.

[link.pearson.it/9DCDFAEB](http://link.pearson.it/9DCDFAEB)

**COME TI SGUSCIO UN UOVO CRUDO... SENZA MANI**

Un'altra idea per parlare di reazioni chimiche, partendo da uova e aceto.

[link.pearson.it/EACACA7D](http://link.pearson.it/EACACA7D)

**L'ARTE E LA SCIENZA DI METTERE LE UOVA IN PIEDI**

Ancora un esperimento con le uova, questa volta per parlare di equilibrio.

[link.pearson.it/7A75D7EC](http://link.pearson.it/7A75D7EC)

**IL BUCO NELLA MANO**

Una piccola illusione ottica per capire meglio la visione binoculare.

[link.pearson.it/D72E77A](http://link.pearson.it/D72E77A)

**AFTER-IMAGES: QUANDO GLI OCCHI VEDONO QUELLO CHE NON C'È**

Ancora sulle illusioni ottiche e il funzionamento macroscopico dei viventi.

[link.pearson.it/947BB6C0](http://link.pearson.it/947BB6C0)

**LA NUVOLE IN BOTTIGLIA**

Simulare le nuvole, per imparare che relazione c'è fra la pressione atmosferica e il tempo che fa.

[link.pearson.it/E37C8656](http://link.pearson.it/E37C8656)

**BICCHIERI ROTOLANTI**

Quattro bicchieri di plastica che rotolano su un binario per spiegare il meccanismo della retroazione e l'equilibrio dei sistemi dinamici.

[link.pearson.it/7D1813F5](http://link.pearson.it/7D1813F5)

**IL PONTE AUTOPORTANTE DI LEONARDO DA VINCI**

Come costruire un ponte basato su moduli ripetitivi, a partire da un disegno di Leonardo.

[link.pearson.it/A1F2363](http://link.pearson.it/A1F2363)

**ONDA DI PENDOLI**

Un dispositivo "fatto in casa" per studiare il moto collettivo di una serie di pendoli con lunghezze diverse.

[link.pearson.it/931672D9](http://link.pearson.it/931672D9)

**LA FORZA CENTRIFUGA NELL'ACQUA**

La superficie libera dell'acqua ferma è piana e orizzontale. Ma che cosa accade quando sull'acqua agisce la forza centrifuga? Per scoprirlo basta poco: un contenitore a forma di parallelepipedo e una centrifuga per insalata.

[link.pearson.it/E411424F](http://link.pearson.it/E411424F)

**LA METÀ DEL CONO**

Come si fa a fare metà di una bibita contenuta in un bicchiere a forma di cono? Una semplice esperienza, basata su concetti fondamentali di fisica.

[link.pearson.it/D28C6C2C](http://link.pearson.it/D28C6C2C)

**L'EFFETTO LOTUS**

Scoprire i segreti che stanno alla base dell'idrofobicità di alcune foglie.

[link.pearson.it/A58B5CBA](http://link.pearson.it/A58B5CBA)

**LA FRECCIA E IL BICCHIERE**

Cartoncino, un bicchiere, una brocca d'acqua: basta poco per cominciare a studiare lenti e rifrazione.

[link.pearson.it/3534412B](http://link.pearson.it/3534412B)

**DIECI CENTESIMI NEL PALLONCINO**

Un piccolo esperimento per introdurre concetti di base di fisica, ma anche per riflettere sugli ingredienti fondamentali di una buona lezione di scienze.

[link.pearson.it/423371BD](http://link.pearson.it/423371BD)

**LA BUSSOLA DI OERSTED**

Un esperimento classico per verificare che una corrente elettrica genera un campo magnetico intorno a sé.

[link.pearson.it/DB3A2007](http://link.pearson.it/DB3A2007)

**UN SEMPLICE MOTORE ELETTRICO AD AVVOLGIMENTO**

Il modo migliore per capire come funziona un oggetto? Costruirlo! E intanto si approfondiscono temi di elettricità e magnetismo.

[link.pearson.it/AC3D1091](http://link.pearson.it/AC3D1091)

**LA SFIDA DEI SUPERMAGNETI**

Non tutti i magneti sono uguali, e quelli al neodimio sono potentissimi.

[link.pearson.it/32598532](http://link.pearson.it/32598532)

# Un frigorifero prêt-à-porter

di **Davide Coero Borga**

Bastano un rotolo di carta da cucina e una bottiglia d'acqua per costruire un frigorifero portatile e sostenibile, introducendo allo stesso tempo concetti come calore, energia termica, evaporazione.

**A** che cosa serve un frigorifero? Semplice: mantiene a temperatura costante il cibo da conservare, rinfresca le bevande e... consuma energia elettrica. Possiamo farne a meno? Forse no, ma di certo non possiamo portarcelo appresso durante una gita fuoriporta! E allora:

campeggiatori e camperisti, *aficionados* del pic-nic, *backpacker* giramondo, voi che da una vita aspettate il vostro momento da Giovani Marmotte, ecco l'esperimento che fa per voi. In pochi istanti costruirete un frigorifero prêt-à-porter, completamente a impatto zero.

## CHE COSA VI SERVE

- Una bottiglia d'acqua da 500mL
- Un termometro a immersione
- Un rotolo di carta da cucina

## CHE COSA DOVETE FARE



**1.** Prendete la bottiglia d'acqua e, con un termometro, controllate la temperatura del contenuto. È un esperimento scientifico, per fare le cose per bene munitevi di penna e taccuino dove appuntare ogni rilevamento.



**2.** Avvolgete la bottiglia con quattro o cinque strati di carta da cucina.



**3.** Una volta "mummificata" la bottiglia, inumidite la carta con un po' d'acqua.



**4.** Ora lasciate la bottiglia bagnata in un luogo ventilato: in terrazza, sul davanzale della finestra, meglio se in una zona ombreggiata. Ogni mezz'ora controllate la temperatura.

## CHE COSA OSSERVATE

Durante i controlli periodici della temperatura, vedrete che questa scende rapidamente. In condizioni ottimali, l'esperimento può raffreddare l'acqua anche di 5-8 °C rispetto alla temperatura ambiente.

## CHE COSA È SUCCESSO

Per capire come funziona un frigorifero prêt-à-porter bisogna guardare nell'infinitamente piccolo. Il principio fisico alla base del fenomeno è l'evaporazione dell'acqua che bagna la carta avvolta attorno alla bottiglia. Di fatto, ogni singola

molecola che evapora rimuove del calore dalla bottiglia e dal suo contenuto: il calore, infatti, non è altro che energia termica, che permette alla molecola di passare dallo stato liquido a quello gassoso e librarsi nell'aria.

Come risultato, la temperatura della bottiglia si abbassa. Il vento accelera questo processo naturale: ecco perché per facilitare il raffreddamento basta lasciare sospesa a uno spago la bottiglia d'acqua in un luogo ombreggiato, meglio se in corrente d'aria. L'operazione riesce meglio durante le ore notturne e se l'umidità relativa è piuttosto bassa – altrimenti il processo di evaporazione viene ostacolato, come succede al nostro bucato steso nelle giornate fredde e umide.

### COME UN FRIGORIFERO

Anche nel frigorifero di casa succede la stessa cosa: la temperatura interna scende e il contenuto si raffredda. Questo avviene perché, nel frigorifero, particolari gas detti HCFC, cloro-fluoro-carburi idrogenati sono in grado di evaporare a basse temperature, assorbendo così energia anche da un ambiente freddo. I gas vengono resi liquidi, e quindi ad alta pressione, da un compressore (che consuma corrente elettrica) e poi vengono fatti espandere grazie a una valvola. L'espansione causa il raffreddamento dei gas. È a questo punto che i gas, freddi, entrano nella serpentina interna del frigorifero e qui evaporano assorbendo il calore interno dell'elettrodomestico e dei cibi in esso contenuti (la serpentina interna è infatti detta "evaporatore"). Tornano quindi all'esterno, dove c'è il compressore che li riporta ad alta pressione (e qui si scaldano, infatti la

### PAROLE DELLA FISICA

**Evaporazione** È il passaggio dallo stato liquido a quello gassoso che avviene sulla superficie di un liquido. Diversa dall'ebollizione, che invece riguarda l'intero liquido contenuto in un recipiente e che avviene quando si supera una temperatura critica (100 °C per l'acqua distillata).

**Umidità** È la quantità di acqua che c'è nell'aria sotto forma di vapore acqueo. Un'atmosfera molto umida rallenta il processo naturale di evaporazione perché nel cielo non c'è spazio a sufficienza per il vapore che si viene a produrre.

serpentina esterna del frigo è calda e serve a disperdere un po' di calore nell'ambiente esterno per pre-raffreddarli). I gas sono quindi pronti per ripetere il ciclo.

Da questo punto di vista, il frigorifero non è altro che una pompa che estrae calore dall'interno del frigo e lo immette nell'aria della cucina, che pure si trova a temperatura più elevata. Per fare questo serve energia, che viene fornita dalla corrente elettrica: spontaneamente il calore non passerebbe mai da una zona più fredda a una più calda! Questo processo è chiamato in fisica ciclo termodinamico ed è un'invenzione di Lord Kelvin William Thomson, fisico e ingegnere irlandese che di temperature si intendeva parecchio. È lui, infatti, che ha sviluppato la scala Kelvin con cui misuriamo ancora oggi la temperatura assoluta. Se nel frigorifero l'energia per il processo è fornita dall'elettricità, per la nostra bottiglia qual è la fonte di energia? Ovviamente il Sole, che con l'irraggiamento fornisce l'energia per far evaporare l'acqua all'esterno. Se ci pensiamo bene, è proprio su questo fenomeno che si basa il nostro personale sistema di raffreddamento: sudiamo per bagnare la pelle! E se c'è un po' di vento, meglio ancora. ●

### Davide Coero Borga

è divulgatore scientifico.  
Lavora con l'Istituto Nazionale di  
Astrofisica e Rai Scuola.

È esperto in scienza  
della fiaba e del giocattolo.



# Algal blooms

by Chiara Ceci

**W**ater is colourless (at least when in small amounts) but in larger volumes, it is typically seen as a deep blue colour. When we think of the ocean, we immediately picture a blue body of water. And yet, due to a combination of environmental factors, natural bodies of water can unexpectedly become colourful; one reason for such changes can be the high concentration of aquatic microorganisms. These can vary rapidly, leading to an increase in the population of algae, great enough to turn the water completely green or sometimes even red! Such population explosions are commonly known as algal blooms.

Algal blooms occur when excessive amounts of nutrients and organic matter, such as nitrogen - and phosphorous-rich compounds, enter slow-moving bodies of water. These nutrients act as fertilizers and promote the rapid growth of algae.

The formation of blooms can have dramatic effects on the chemistry of water, especially on its pH and dissolved oxygen (DO):

- During photosynthesis, algae remove carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) from the water, which increases the hydroxide (OH<sup>-</sup>) levels, resulting in an increase in pH; they also produce large amounts of oxygen (O<sub>2</sub>), which may result in supersaturated levels of DO;
- During respiration, carbon dioxide is produced and hydroxide levels decrease, which results in a subsequent lowering of the pH. During this process, algal blooms remove DO resulting in, little or no oxygen, remaining in the water.

Such changes to water chemistry make algal blooms quite dangerous for many organisms: when dissolved oxygen levels fall beneath a certain level, fish and other aquatic creatures can no longer survive.

Some algal bloom events can be caused by the proliferation of other groups of organisms, for example cyanobacteria, also termed blue-green algae.

Beyond changes in pH and other chemical properties of the water, algal blooms can also affect its taste and odor, or can create large fibrous mats that obstruct waterways, making them unusable for fishing, swimming, and even for navigation.

Some species of algae can produce very harmful



In the Gulf of Mexico there is a microscopic marine algae (*Karenia brevis*) that produces a very dangerous toxin

toxins, and the presence of algal blooms in reservoirs of drinking water can be of great concern. In fact, some species are known to produce toxins that have been linked to the deaths of livestock and pets. Many toxic species of phytoplankton display a red or brown hue when they bloom, and are often called “red tides”. They are associated with large-scale marine mortality events: in the Gulf of Mexico, for example, there is a microscopic marine algae (*Karenia brevis*) that naturally occurs at lower concentrations but can be very dangerous at high concentrations, as it produces a toxin that affects the central nervous system of fish, paralyzing them and inhibiting their respiration.

Red tides occur on coastlines worldwide, and while not all red tides are the result of organisms that produce toxins, some can be potentially harmful to humans: there have been cases of people showing severe respiratory conditions after eating contaminated shellfish. ●

## TO FIND OUT MORE

- *Distribution of Harmful Algal Blooms throughout the World.* [link.pearson.it/8D608781](http://link.pearson.it/8D608781)
- *Algal blooms in “Water Encyclopedia”.* [link.pearson.it/1469D63B](http://link.pearson.it/1469D63B)
- *The ecology and oceanography of harmful algal blooms,* UNESCO Intergovernmental Oceanographic Commission. [link.pearson.it/636EE6AD](http://link.pearson.it/636EE6AD)

## Chiara Ceci

è naturalista, appassionata di evoluzione (ha scritto una biografia della moglie di Charles Darwin, “Emma Wedgwood Darwin”) e si occupa di comunicazione della scienza. Dal 2012 lavora alla Royal Society of Chemistry del Regno Unito, come Communications Executive.



## Scheda Didattica / Algal blooms

di Chiara Ceci

### EXERCISE YOUR ENGLISH

#### 1. Build the phrase

Rearrange the following words to obtain a correct sentence.

- (A) species - some - growth - 4,000 - shown - 300 - known - explosions - these - there - of - and - approximately - have - been - have - algae - periodic - of - microscopic - of are - to.
- (B) harm - producing - shellfish - the - proliferations - can - by - environment - that - accumulate - in - or - fish - toxins - algal.

#### 2. Fill in the blanks

Complete the following brief summary with the words listed below:

[blooms, nutrients, organic]

Eutrophic lakes have an abundant accumulation of \_\_\_\_\_, and support a very large biomass. These lakes are normally weedy, there is often a large amount of accumulated \_\_\_\_\_ matter on the bottom and they are subject to frequent algal \_\_\_\_\_.

#### 3. True or False

- (A) During photosynthesis algae produce carbon dioxide.  T  F
- (B) Algal blooms can be dangerous when the algae produce toxins.  T  F
- (C) Red tides are caused by cyanobacteria.  T  F
- (D) Increased levels of hydroxide (OH<sup>-</sup>) raise the pH of the water.  T  F

#### 4. Answer the question: what contributes to the formation of algal blooms?

- (A) Excessive amounts of nitrogen.
- (B) A decrease in the level of phosphorous.
- (C) The absence of fertilizers.

#### 5. Answer the question: what can algal blooms affect?

- (A) They help people who are swimming in the lakes.
- (B) They produce more oxygen for fish.
- (C) They can change the taste and odor of the water.

#### 6. Summarize

How do algal blooms affect the chemistry of the water? Describe how they can change the pH and oxygen levels.

## SOLUTIONS

1. **A** There are some 4,000 known species of microscopic algae and approximately 300 of these have been shown to have periodic explosions of growth.

1. **B** Algal proliferations can harm the environment by producing toxins that accumulate in shellfish or fish.

2. nutrients, organic, blooms.

3. **A** (F); **B** (V); **C** (F); **D** (V).

4. **A**

5. **C**.

**Comitato editoriale:** Valeria Cappa, Marika De Acetis, Cristina Gatti, Valentina Murelli

**Coordinamento e progettazione:** Valentina Murelli

**Redazione e ricerca iconografica:** Jacopo Cristini

**Coordinamento realizzazione editoriale:** Marco Palvarini, Triestina Giannone

**Progetto grafico:** Shiroi studio

**Impaginazione:** Giorgia De Stefani

Si ringraziano per la collaborazione a questo numero Roberto Vanzetto (revisione scientifica di *Un frigorifero prêt-à-porter*)  
e Louise Jane Gurlay (revisione linguistica di *Algal Blooms*)

*Pubblicazione aperiodica distribuita gratuitamente nelle scuole, pubblicata da Pearson Italia S.p.A. Corso Trapani 16, 10139, Torino. L'editore è a disposizione per gli aventi diritti per eventuali non volute omissioni in merito a riproduzioni grafiche e fotografiche inserite in questo numero. Si autorizza la riproduzione elettronica e cartacea per l'uso didattico in classe.*

Tutti i diritti riservati © 2015 Pearson Italia. [www.pearson.it](http://www.pearson.it)