

Citizen Science

Milioni di persone sparse per il mondo partecipano a importanti programmi di ricerca scientifica anche senza avere una specifica preparazione: sono sufficienti un computer collegato alla Rete e un minimo di dedizione.

SI

Babak Tafreshi - TWAN

Alcuni sostenitori della American Association of Variable Star Observers, una delle prime associazioni a promuovere la Citizen Science in campo astronomico, fotografati il 23 novembre 1918 in occasione del settimo Meeting annuale.



Partecipare in massa a delle vere ricerche scientifiche, così come milioni di persone esercitano uno sport pur avendo preparazioni atletiche molto diverse, è diventata una realtà grazie ad Internet. Vari esempi di attività scientifiche svolte da dilettanti esistevano già prima della recente rivoluzione informatica, ma coinvolgendo numeri assai minori di persone. Una delle iniziative più datate è il Christian Bird Count, avviato nel dicembre 1900 con il patrocinio della National Audubon Society, che ancora oggi raccoglie importanti informazioni sulle popolazioni di uccelli presenti nell'America settentrionale. Anche in astronomia esiste una tradizione amatoriale molto radicata: raggiunge quasi il secolo di vita, infatti, la rete di appassionati, riuniti nella [American Association of Variable Star Observers](#) (AAVSO), che si occupa di rilevare la magnitudine delle stelle variabili. Raccogliendo misurazioni di ottima qualità, per un numero di astri che sarebbe in altra maniera impossibile controllare con altrettanta frequenza e continuità, questa associazione ha fornito un contributo di enorme valore agli astronomi.

Le iniziative finalizzate a coinvolgere i cittadini comuni nel lavoro dei professionisti, soprattutto quelli che operano nel campo delle scienze naturali, portano sensibili benefici a varie comunità: i ricercatori possono svolgere rapidamente compiti altrimenti irrealizzabili, i volontari trovano soddisfazione nel partecipare ad attività di loro interesse, gli insegnanti hanno maggiori opportunità per avvicinare gli studenti ai metodi della scienza e l'intera società trae vantaggio dalla migliore pre-

parazione culturale dei suoi componenti. Stante il considerevole aumento di attenzione rivolta negli ultimi anni a queste attività, genericamente individuate dal termine inglese Citizen Science (traducibile come "scienza popolare"), si tenterà nel seguito di fornire una breve panoramica su alcune di quelle correlate allo studio del cielo.

Ricerche per tutti i gusti

I progetti Citizen Science si possono suddividere in tre categorie principali: calcolo distribuito, ricerca da scrivania e ricerca sul campo. Nel calcolo distribuito rientrano quelle iniziative che utilizzano soltanto le potenzialità di calcolo dei computer collegati al web. Appositi programmi, talvolta sotto forma di salvaschermo, si procurano il compito da svolgere in file denominati "unità di lavoro" e dopo qualche ora di elaborazione restituiscono i risultati e prelevano una nuova unità.

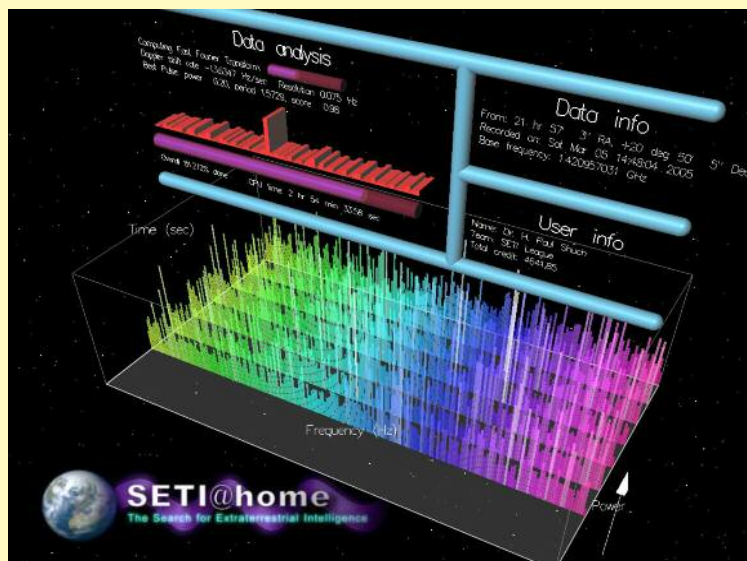
Praticamente nessun impegno è previsto a carico dei volontari, salvo l'iniziale installazione del software, e forse sono pochi anche gli stimoli ad approfondire la materia d'indagine scelta.

Decisamente più interessanti, invece, sembrano quei progetti che chiedono una qualche forma di partecipazione attiva, rimanendo seduti di fronte al computer oppure osservando direttamente la volta celeste. Questi sono nati per fronteggiare l'esigenza di distribuire, possibilmente su molte migliaia di operatori, compiti che

impegnerebbero i ricercatori per buona parte della loro carriera lavorativa. Molti progetti da scrivania si basano sulla capacità dell'occhio umano di riconoscere eventuali regolarità o aspetti rilevanti presenti nelle immagini, abilità che per il momento nemmeno i computer più potenti riescono a raggiungere con un paragonabile grado di affidabilità.

Lo straordinario aumento delle adesioni registrate nel campo della scienza popolare, soprattutto durante l'ultimo decennio, è riconducibile a diversi fattori, fra i quali il motivo più importante sembra essere la grande diffusione raggiunta da Internet, unitamente alla disponibilità di software tanto accattivanti quanto semplici da usare. Segue poi la crescente consapevolezza tra gli scienziati che milioni di persone collegate al web costituiscono una potenzialità, sia in termini di elaborazione che di risorse intellettuali, immediatamente disponibile a costo zero.

Opportunità diventata in alcuni casi determinante, per risolvere molti dei problemi causati dall'enorme quantità di dati messi



cerca. La National Science Foundation negli Stati Uniti e il Natural Environment Research Council in Inghilterra, ad esempio, impongono che parte delle somme stanziare siano destinate a divulgare gli obiettivi dello studio sostenuto e i principali risultati raggiunti.

Continuare a spendere i soldi dei contribuenti in determinati campi d'indagine, infatti, rende consapevoli politici e scienziati della necessità di fare apprezzare a una platea molto più vasta, possibilmente coinvolgendola, l'utilità dell'investimento.

Calcolo distribuito

Tra i primi e più famosi progetti di calcolo distribuito troviamo [SETI@Home](#), rilasciato nel maggio 1999, che nel nome Search for Extra-Terrestrial Intelligence rammenta l'argomento della sua indagine. Si tratta di un salvaschermo, capace di entrare automaticamente in funzione

Il salvaschermo [SETI@Home](#) entra automaticamente in funzione quando nessuna attività è registrata per qualche minuto dal computer.



Veduta aerea del Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, situato presso Livingston, in Louisiana. Sono riconoscibili i due bracci perpendicolari dell'interferometro laser. [Cortesia LIGO]

a disposizione dai vari telescopi sistemati sulla superficie terrestre e nello spazio. Altro motivo di partecipazione, infine, deriva dalle condizioni che alcuni importanti enti finanziatori chiedono agli istituti di ri-

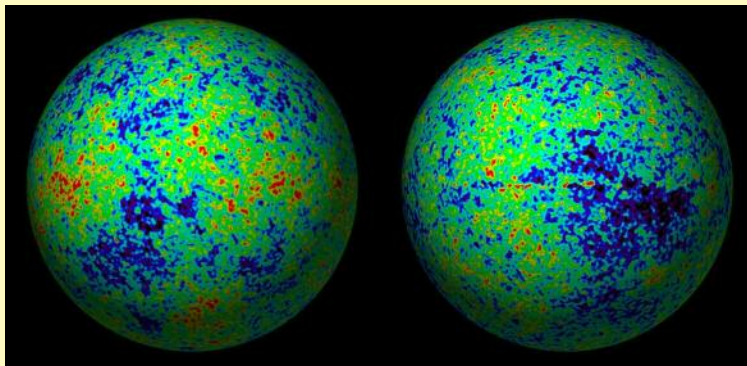
rilasciato nel maggio 1999, che nel nome Search for Extra-Terrestrial Intelligence rammenta l'argomento della sua indagine. Si tratta di un salvaschermo, capace di entrare automaticamente in funzione

quando nessuna attività è registrata dal computer per qualche minuto. La potenza di calcolo è in questo caso usata per analizzare segnali radio provenienti dalle profondità dello spazio, alla ricerca di messaggi alieni.

Brevi frammenti delle registrazioni eseguite dal radiotelescopio di Arecibo, il più grande in funzione nel mondo, sono distribuite ai volontari per indivi-

duare caratteristiche difficilmente riconducibili a fenomeni naturali. Il fascino dell'argomento è riuscito a coinvolgere oltre cinque milioni di volontari in tutto il mondo, nonostante il ruolo completamente passivo cui sono costretti, e un numero così rilevante ha permesso all'iniziativa di entrare nel Guinness World Records.

Individuare le onde gravitazionali emesse da sorgenti continue come ad esempio pulsar e sistemi binari di buchi neri, invece, è la missione di [Einstein@Home](#). Anche questo un progetto di calcolo distribuito, dedicato ad analizzare i dati raccolti dal Laser Interferometer Gravitational-



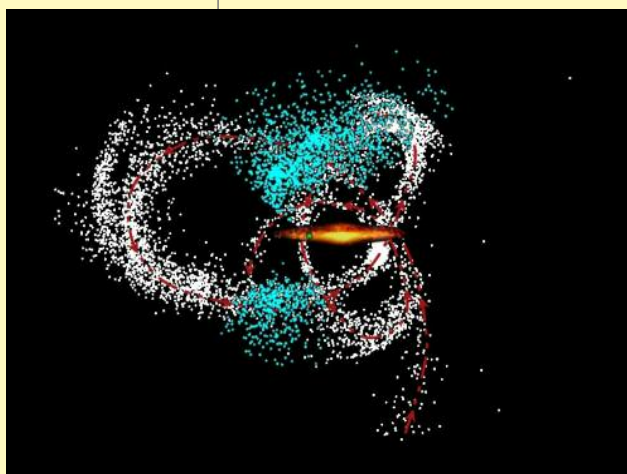
Il progetto [Cosmology@Home](#) intende trovare un modello capace di approssimare al meglio i parametri cosmologici misurati dalla sonda Wilkinson Microwave Anisotropy Probe sulle minuscole differenze di temperatura del fondo cosmico di radiazione, cui si riferisce questa doppia immagine [WMAP Science Team, NASA]

Wave Observatory (LIGO). Si tratta di un gigantesco interferometro a luce laser, con bracci lunghi vari chilometri, costruito per dimostrare l'esistenza delle onde gravitazionali, come ipotizzate dalla Teoria della relatività generale, e quindi studiare i corpi di massa particolarmente elevata che le producono.

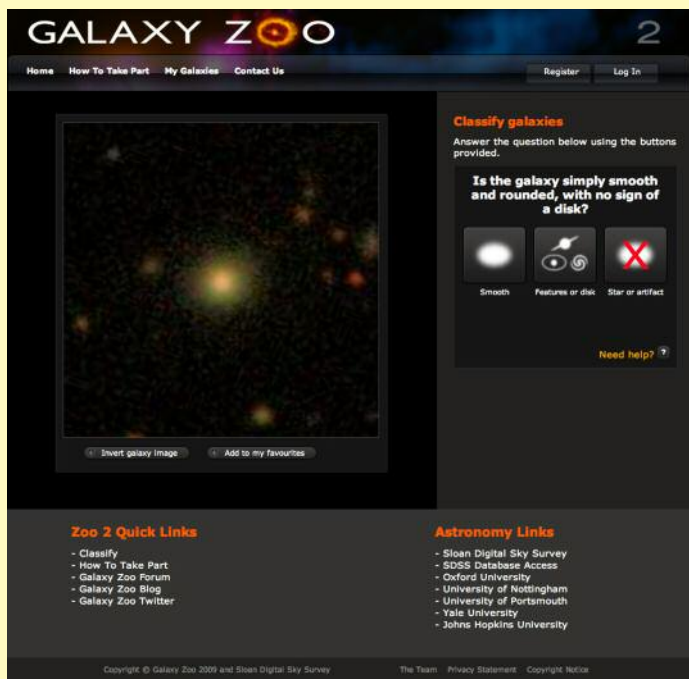
Appartiene allo stesso filone anche [Cosmology@Home](#), realizzato per individuare il modello capace di approssimare meglio i parametri cosmologici misurati dal telescopio spaziale Hubble, sull'espansione dell'universo, e quelli raccolti dalla sonda Wilkinson Microwave Anisotropy Probe sul fondo cosmico di radiazione. Migliaia di

possibili soluzioni, ciascuna racchiusa in singole "unità di lavoro", sono distribuite ai partecipanti. Dopo alcune ore di elaborazione, almeno utilizzando computer abbastanza veloci, il risultato è automaticamente inviato al server del progetto. Un algoritmo di apprendimento, chiamato Pico, alimentato da un numero sufficiente di queste simulazioni, produrrà altri modelli di universo che approssimano meglio quello reale.

[MilkyWay@Home](#), infine, è un progetto nato nel 2007 che si propone di costruire un accurato



Rappresentazione dei possibili modelli indagati da [MilkyWay@Home](#), nel quale la posizione del Sole all'interno della Galassia è indicata da un punto verde, mentre quelli blu mostrano lo sciame stellare di una vicina galassia ellittica nana situata nella costellazione del Sagittario.



Il sito web del progetto **Galaxy Zoo** consente di classificare le galassie fotografate dalla SDSS con qualche clic del mouse.

prende anche quelli di sopra richiamati, dopo di che tutto procede in maniera automatica.

Il software provvede a connettersi tramite Internet al relativo sito, per scaricare i dati da elaborare e trasmettere poi i risultati ottenuti.

Spegnendo il computer, inoltre, i calcoli si interrompono e dallo stesso punto riprendono alla successiva accensione.

La bassa priorità attribuita all'elaborazione, inoltre, evita rallentamenti apprezzabili quando si usa il computer per le proprie esigenze.

Fare astronomia con un clic del mouse

Le principali rassegne della volta celeste, come ad esempio la Sloan Digital Sky Survey (SDSS), mettono a disposizione enormi quantità di dati e immagini. Buona parte delle informazioni sono estratte in automatico, con la creazione di cataloghi contenenti le caratteristiche relative a



Il progetto **Galaxy Zoo** chiede l'intervento dei volontari per classificare milioni di galassie fotografate dal telescopio della Sloan Digital Sky Survey mostrato da questa immagine. [SDSS Team]

SS



Questo mosaico mostra alcune delle più belle immagini di galassie interagenti proposte ai volontari dal progetto [Galaxy Zoo](#). [Richard Nowell & Hannah Hutchins]

milioni di oggetti. Alcuni compiti, però, come ad esempio il riconoscimento e la classificazione delle galassie, pur essendo semplici per l'uomo rimangono relativamente difficili per i computer.

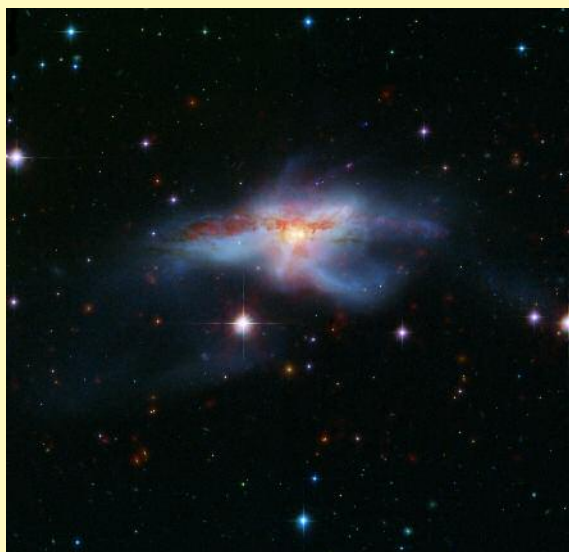
Impegnare per anni schiere di astronomi professionisti in questa attività, distogliendoli dai compiti assai più importanti in cui sono impegnati, è ovviamente una soluzione impensabile. Problemi del genere, però, riescono a trovare valide soluzioni nella Citizen Science, che sempre più spesso diventa punto di incontro tra la richiesta di collaborazione proveniente dai fronti più avanzati della ricerca e la domanda di partecipazione al processo di formazione della conoscenza espressa da strati sempre più ampi di popolazione.

Il progetto [Galaxy Zoo](#), nato per soddisfare proprio queste esigenze, chiede l'intervento di volontari per classificare le galassie fotografate dalla survey prima citata. Molti di questi oggetti, infatti, non erano mai stati osservati prima da occhio umano. Passo dopo passo, con pochi clic del mouse, si può distinguere una galassia ellittica da una a spirale, nonché valutare se l'immagine proposta contiene un artificio o qualcosa

di originale. Una possibilità del genere, anche se piuttosto rara, è comunque capitata a Hanny van Arkel, una giovane insegnante olandese, controllando uno strano oggetto situato in prossimità della galassia IC 2497 (si veda il box a pag. 57). Solo nel primo anno di vita il progetto ha distribuito 50 milioni di immagini a circa 150.000 volontari. Sottoponendo le stesse galassie a persone diverse, sono state determinate statisticamente delle classificazioni rivelatisi poi di livello comparabile a quelle condotte da professionisti. I risultati raccolti sino ad oggi hanno già permesso agli astronomi di pubblicare numerosi articoli sulle più prestigiose riviste del settore.

Il progetto [Stardust@Home](#), invece, è nato per trovare il proverbiale ago nel pagliaio: nel caso specifico si tratta di microscopici granelli di polvere catturati in prossimità della cometa 81P/Wild 2, usando un materiale trasparente di bassissima densità (aerogel), che la missione Stardust della NASA ha riportato sulla Terra. Prima di cominciare la ricerca dei

56



Le collisioni galattiche, come nel caso della NGC 6240, qui fotografata nell'infrarosso dal telescopio spaziale Spitzer, possono assumere forme molto complesse che spesso rendono problematico il riconoscimento da parte dei computer. [ESA/NASA]

continua a pag. 59

L'Oggetto di Hanny

È successo ad una giovane insegnante di musica olandese, priva di specifica preparazione scientifica, la sorte di associare il proprio nome ad un singolare oggetto astronomico.

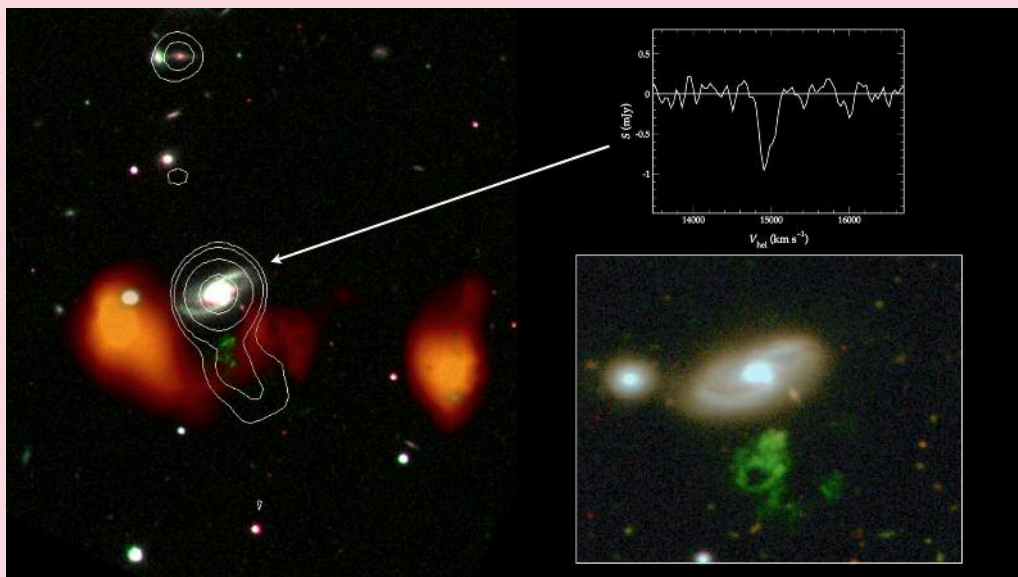
Hanny van Arkel è riuscita nell'impresa mentre classifi-

giovane insegnante incuriosi anche gli astronomi di professione.

Inizialmente si pensò a una galassia molto distante, ma ben presto fu accertata l'assenza di stelle all'interno di quello che avevano già battezzato l'Oggetto di Hanny e pertanto si ipotizzò che fosse una grande nube: ma

2497 sembra oggi "tranquilla", ma molto tempo addietro forse brillava così tanto da potersi ipoteticamente vedere con un piccolo telescopio amatoriale, benché distante 700 milioni di anni luce dalla Terra.

L'intensa radiazione emessa dal quasar, pertanto, avrebbe impiegato molte



cava, così come hanno sino ad oggi fatto innumerevoli volontari di tutto il mondo, alcune galassie fotografate dalla Sloan Digital Sky Survey. Scorrendo una dopo l'altra le immagini proposte dal sito web di [Galaxy Zoo](#), infatti, Hanny si trovò davanti a una figura dall'aspetto assai bizzarro che segnalò al forum del progetto. Attirando l'attenzione su questa specie di "fantasma cosmico" mai visto prima da occhio umano, così come buona parte del milione circa di fotografie proposte agli internauti di tutto il mondo, la

ciò aumentò ancor più il mistero, perché in tal caso occorre spiegare come mai la sua temperatura raggiunge 15000°C senza stelle nelle vicinanze.

Una delle più verosimili cause proposte per il riscaldamento dell'oggetto in questione ha come protagonista la radiazione proveniente da un quasar relativamente vicino, ossia il nucleo di una galassia diventato attivo a causa della "caduta" di enormi quantità di materia nel buco nero alloggiato al suo interno. La regione centrale della galassia a spirale IC

migliaia di anni prima di raggiungere la nube gassosa e da qui rimbalzare poi verso la Terra.

Comportamenti analoghi, anche se su scale dimensionali enormemente inferiori, si osservano talvolta in prossimità di supernove esplose pochi secoli addietro.

Questo genere di fenomeno, comunemente denominato "eco luminosa", fu scoperto già all'inizio del Novecento dall'astronomo olandese Jacobus Cornelius Kapteyn intorno a Nova Persei. L'eco luminosa si verifica quando la radia-

Recenti osservazioni rivelano un getto radio (contorni bianchi) proveniente da IC 2497 e diretto verso l'Oggetto di Hanny (colore verde)

mostrato nel dettaglio dall'immagine in basso a destra. Le ampie riserve di idrogeno gassoso (colore arancione) forse derivano dall'incontro ravvicinato con altre galassie, mentre le intense linee di assorbimento dell'idrogeno neutro (grafico in alto a destra) lasciano supporre che l'attività del nucleo galattico di IC 2497 sia oscurata in direzione della Terra dalla presenza di polveri e gas.

L'Oggetto di Hanny appare verde per l'intensa linea di emissione prodotta dagli atomi di ossigeno ionizzati due volte. [ASTRON e Isaac Newton Telescope]

Ritratto di Hanny van Arkel, giovane insegnante di musica olandese, che nell'ambito del progetto Galaxy Zoo ha scoperto un singolare oggetto astrofisico ora chiamato con il suo nome. [Cortesia Allard de Witte].

zione emessa da una sorgente molto intensa investe qualche corpo lontano e poi da qui raggiunge la Terra: il maggiore tragitto percorso dal raggio così riflesso, pertanto, può rivelare l'esistenza di sorgenti oramai estinte da tempo. Quanto osservato per la prima volta da Hanny, probabilmente, riesce a evidenziare una trascorsa, elevata attività di IC 2497.

La distanza dell'oggetto in questione dalla galassia, compresa tra 50000 e 80000 anni luce, a seconda dell'angolo di proiezione, suggerisce che l'attività del nucleo debba essere terminata da un comparabile numero di anni. Ma gli studi condotti in varie regioni dello spettro elettromagnetico, usando alcuni dei più importanti telescopi attivi al suolo e nello spazio, hanno recentemente messo in discussione questa spiegazione.

Osservazioni del Westerbork Synthesis Radio Telescope e del Very Long Baseline Interferometry Network, utilizzando le frequenze di 1,4 e 4,9 GHz, rivelano un'emissione radio che dal nucleo della galassia IC 2497 si estende verso l'Oggetto di Hanny. Tali risultati sem-

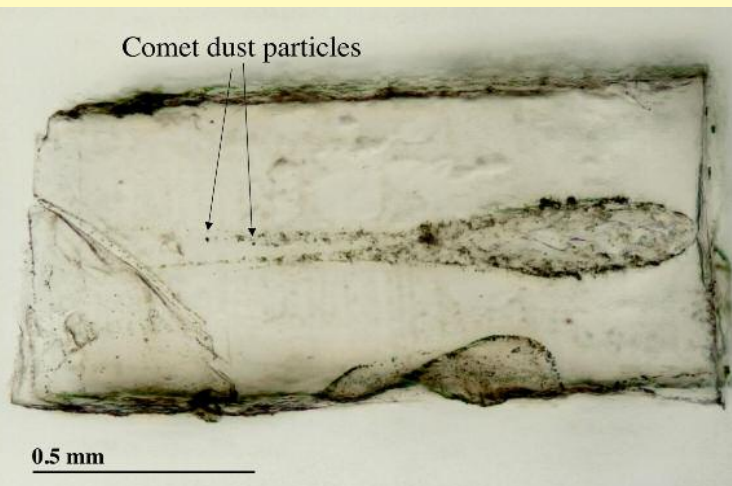


brano sostenere l'esistenza di un nucleo galattico ancora attivo, ma in tal caso la formazione scoperta dall'insegnante olandese anziché una nube isolata sarebbe parte di una formazione decisamente più grande. Un getto molto veloce e ben focalizzato di particelle relativistiche, perpendicolare al piano di rotazione della galassia, potrebbe avere liberato un varco nell'opaco mezzo interstellare ed essere la causa del gigantesco foro, ampio circa 16000 anni luce, che caratterizza la struttura individuata nell'ambito del progetto [Galaxy Zoo](#). In tal modo, l'intensa radiazione ultravioletta del nucleo attivo sarebbe riuscita a riscaldare e ionizzare una ri-

stretta regione della nube situata alla periferia di IC 2497. Questa gigantesca formazione gassosa che si estende per oltre 350000 anni luce ad ovest della galassia, capace di racchiudere una quantità di materia stimata in 5 miliardi di masse solari, potrebbe essere la conseguenza dell'interazione gravitazionale tra IC 2497 e qualche galassia transitata nelle vicinanze, poche centinaia di milioni di anni addietro. Il mancato rilevamento di raggi X da parte del satellite Swift, però, comporta che il nucleo

attivo ipotizzato per IC 2497, pur riuscendo a illuminare l'Oggetto di Hanny, risulta completamente schermato verso la Terra. Mentre gli scienziati tentano di risolvere i molti dubbi ancora esistenti sull'argomento, si può solo constatare che questo strano fenomeno è rimasto nascosto negli archivi informatici per anni prima di essere scoperto da un'astrofila con pochi clic del mouse. L'avventura capitata per caso alla giovane insegnante di musica dimostra, in conclusione, come la Citizen Science stia aprendo scenari completamente nuovi che permettono di ridurre le distanze tra i semplici appassionati del cielo e gli astronomi di professione.

Il progetto **Stardust@Home** ha il compito trovare i minuscoli granelli di polvere rimasti intrappolati nella matrice di aerogel usata nella missione Stardust. L'immagine mostra quali sono gli effetti prodotti dall'impatto di microscopiche polveri cometary, in questo caso provenienti da destra. [NASA/JPL]

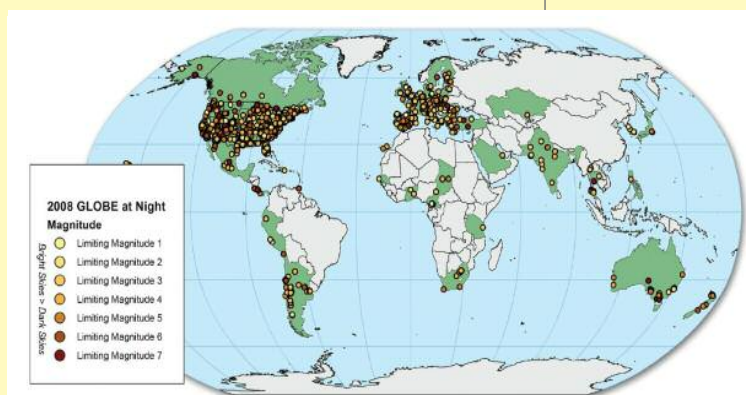


frammenti cometari, però, i volontari devono superare alcuni semplici test di qualificazione. Occorre infatti un minimo di tirocinio per distinguere sulle fotografie riprese (mettendo a fuoco profondità variabili nell'aerogel trasparente) le gallerie scavate da minuscoli proiettili cosmici dai difetti presenti nella matrice.

Ma osservare il cielo serve ancora!

Oltre ai progetti passivi e quelli moderatamente partecipativi visti sopra, ne esistono anche diversi altri, per fortuna, che si possono svolgere soltanto uscendo all'aperto e rivolgendo gli occhi al cielo. Tra i più semplici occorre rammentare **GLOBE at Night**, che realizza mappe mondiali dell'inquinamento luminoso. Obiettivo principale di questa proposta educativa, rivolta agli studenti delle scuole medie, consiste principalmente nel sensibilizzare i giovani sulla necessità di realizzare impianti di illuminazione pubblica e privata compatibili con una migliore fruibilità della volta stellata. Volontari sparsi ovunque nel mondo sono invitati a controllare, usando l'occhio nudo o una specie di esposimetro, lo stato del cielo nei luoghi dove vivono. Il modo più semplice per partecipare consiste nel confrontare la costellazione di Orione con una delle sette mappe fornite dal progetto, per individuare quale tra queste rappresenta me-

glio la situazione reale. Una volta trovate le coordinate geografiche della località cui si riferisce la misurazione, basta comunicare i risultati nell'apposita pagina messa a disposizione dagli organizzatori. Partecipare alle attività della già menzionata AAVSO, invece, richiede impegno e preparazione decisamente maggiori. Questa associazione, nata ufficialmente nel 1911 presso l'Osservatorio di Harvard, coordina le attività amatoriali nel campo delle stelle variabili. La collaborazione è aperta a chiunque lo desideri e non comporta necessariamente l'impiego del computer, perché i risultati si possono anche



La mappa raffigura i risultati sullo stato dell'inquinamento luminoso, relativi a circa 6800 osservazioni, raccolti nel 2008 dal progetto **GLOBE at Night**.

Il modo più semplice per partecipare a **GLOBE at Night** consiste nel confrontare la costellazione di Orione con una delle sette mappe fornite dal sito progetto, per individuare quale tra queste rappresenta meglio la situazione reale.

affidare, così come accadeva in passato, al tradizionale servizio postale. L'AAVSO ha raccolto nel corso della sua storia circa 17 milioni di misurazioni, eseguite da migliaia di volontari, assistendo gli astronomi in numerosissimi programmi di ricerca. Le osservazioni amatoriali, infatti, permettono di monitorare le stelle variabili più luminose, difficili da studiare con i grandi telescopi professionali, e forniscono un contributo sostanziale al numero di nove galattiche scoperte ogni anno. L'associazione mette a disposizione dei volontari carte di confronto, con evidenziate le stelle di magnitudini prossime a quelle raggiunte dalla variabile in esame, oltre a seguire con impegno numerosi programmi educativi rivolti soprattutto a insegnanti e studenti.

Conclusioni

Probabilmente il maggiore incentivo che induce migliaia di persone a dare il proprio contributo volontario ai programmi Citizen Science è il puro divertimento, ma a questo si aggiunge la gratificazione derivante dall'appartenenza a una comunità. Si può frequentare così una piazza virtuale che permette di interagire, mediante le principali forme di social networking (vale a dire e-mail, forum e blog), con i responsabili della ricerca e gli altri volontari. Oltre ai benefici legati agli aspetti ludici delle iniziative, si aggiungono quelli derivanti dalla consapevolezza di essere in qualche maniera utili all'avanzamento della scienza. Altri incentivi possono premiare il raggiungimento di particolari obiettivi: il progetto Stardust@Home, ad esempio, prevede che gli articoli pubblicati riportino tra gli autori anche lo scopri-

tore del granello di polvere sottoposto a indagine.

Gli insegnanti avranno in questi progetti alleati particolarmente utili per avvicinare gli studenti, spesso in maniera accattivante, ai metodi della scienza.

I progetti Citizen Science, infine, permettono di ridurre le distanze tra scienziati e cittadini comuni, riuscendo talvolta a superare l'indifferenza o, peggio, la diffidenza che alcuni nutrono nei confronti di ricerche solo in apparenza estranee alla loro realtà quotidiana.

Gianfranco Benegiamo è nato a Genova nel 1953. Laureato in Chimica, lavora nel campo della tutela dell'ambiente naturale, ma da sempre coltiva un profondo interesse per l'astronomia e la storia della scienza. Ha pubblicato una cinquantina di articoli sulle principali riviste di divulgazione astronomica e altri suoi scritti sono ospitati nel sito web del Circolo Astrofili Talmassons.