

CHERCHEZ LA FEMME...

nella Nube di Magellano

Nel 1896 Edward Pickering, direttore dell'*Harvard College Observatory*, decise di installare un nuovo telescopio da 24 pollici (il "*Bruce*") sulle Ande peruviane nella stazione di *Arequipa* (a quota 2500 metri) per studiare adeguatamente il cielo dell'emisfero australe. Nonostante le difficoltà comportate dal trasporto del materiale fotografico in un sito così remoto (all'epoca si usavano gelatine sensibili alla luce fissate su grandi, sottili e fragili lastre di vetro), questa scelta permise di studiare un grande numero di stelle e di oggetti astronomici poco conosciuti o ignoti fino ad allora.

La conseguente produzione di mappe e cataloghi stellari così ricchi e dettagliati richiese un enorme lavoro di analisi e catalogazione delle lastre fo-

tografiche: per ottenere questo risultato, Pickering fece ricorso a un'unità di calcolo, la "*Harvard computers*", che impiegava come efficientissime CPU... acuti occhi e cervelli femminili! Tra le pazienti e meticolose operatrici di quella squadra spiccano i nomi di Annie Jump Cannon e di Henrietta Swan Leavitt, abilissime scienziate sperimentali al lavoro in un campo riservato all'epoca a pochi scienziati maschi come lo stesso Pickering, Shapley e Hubble.

Fra le migliaia di immagini prodotte ad *Arequipa*, le due enigmatiche "Nubi di Magellano" suscitavano subito grande interesse ad Harvard per l'enorme numero di stelle componenti, alcune di luminosità variabile nel tempo. Con una scelta felice, nel 1903 Pickering assegnò l'incarico di identi-

Il pionieristico lavoro di Henrietta Leavitt sulle variabili cefeidi che ha permesso la misura delle grandi distanze cosmiche è stato ripetuto più di un secolo dopo da studenti delle scuole superiori veronesi in stage presso l'Osservatorio del Monte Baldo, confermandone i risultati con sorprendente precisione



Immagine della Piccola Nube di Magellano ottenuta con i telescopi di *Itelescope* durante lo stage 2015.



Francesco de Sabata

Ha conseguito un dottorato di ricerca in fisica delle astroparticelle e insegna al liceo Galileo Galilei di Verona.

ficare e misurare queste stelle variabili proprio a Henrietta, già esperta di misure fotometriche. La Leavitt portò a termine questo durissimo lavoro in cinque anni, riuscendo a pubblicare negli annali dell'Osservatorio di Harvard un articolo fondamentale dal titolo "1777 Variabili nelle Nubi di Magellano" (1908). Il risultato fu confermato definitivamente da un secondo articolo pubblicato da Henrietta Leavitt il 3 marzo 1912 nel quale venivano definiti con precisione i periodi di 25 variabili Cefeidi nella Piccola Nube di Magellano.

Già il fatto che Henrietta Leavitt fosse riuscita a identificare un tale numero di variabili calcolandone anche la curva di luce con gli strumenti dell'epoca (microscopi ottici su immagini retroilluminate) dimostra il suo grandissimo talento scientifico; la scoperta che, tra tutte queste variabili, ve ne fosse un sottogruppo di 16 che mostravano curve di luminosità ad andamento molto simile pur con periodi diversissimi (da 1 a 160 giorni) è addirittura strabiliante.

Attualmente le stelle di questo tipo sono dette variabili Cefeidi classiche: quanto più sono luminose, tanto più lungo risulta il loro periodo di variabilità. Precisa e metodica, Henrietta riuscì per prima a evidenziare una chiara relazione logaritmica tra la magnitudine visuale e il periodo delle variabili in questione.

Benché porti solo l'umile nome di "relazione periodo/luminosità", la scoperta della Leavitt è di importanza fondamentale per l'astronomia, perché fornisce un metodo preciso (quello delle "candele standard") per misurare la distanza di ammassi di stelle lontane fino a qualche decina di milioni di anni luce; tra l'altro, questa fu l'arma segreta che permise a Edwin Hubble di misurare la distanza della "Nube di Andromeda", confermando così l'esistenza di altre galassie esterne alla Via Lattea.

A più di 100 anni dal fondamentale lavoro della Leavitt, gli strumenti disponibili per le misure fotometriche sono molto più evoluti: sensibilissimi CCD



I partecipanti allo stage 2015 davanti all'Osservatorio del Monte Baldo.

per catturare le immagini al posto delle gelatine su lastre di vetro, computer e potenti programmi di analisi al posto di microscopi e micrometri, carta, penna e regolo calcolatore: restano però intatti il fascino delle "Nubi di Magellano" e l'impegno necessario per studiare le Cefeidi in questi ricchi campi stellari, uniti all'ammirazione per la donna che ha saputo trovare per prima quelle stelle elusive, perse fra milioni di altre, misurandone con precisione la luminosità e le variazioni e trovando in esse nuovi significati. Dopo il successo ottenuto dagli studenti nel 2014 con l'osservazione e il calcolo del diagramma HR per l'ammasso globulare M4 (v. "Le Stelle" n. 142, pp. 64-67), nel proporre un obiettivo stimolante per lo stage 2015 presso l'Osservatorio del Monte Baldo (OMB), abbiamo scelto di ripercorrere la via tracciata da Henrietta Leavitt a Harvard e di studiare le Cefeidi classiche nella Piccola Nube di Magellano (SMC). Lavorare su stelle così lontane

(200.000 anni luce) nei campi stellari ricchi della SMC è impegnativo ancora oggi: le Cefeidi hanno fatto sudare i nostri studenti, confuse tra fiocche stelle di campo o così deboli al minimo da non essere quasi misurabili, nonostante il gruppo sapesse esattamente dove si trovassero; ma proprio per questo il risultato finale è stato di grande soddisfazione, sia in termini sperimentali sia di conoscenza storica e scientifica.

Ovviamente, per studiare la SMC occorre un telescopio nell'emisfero australe: anche quest'anno l'ormai consolidata collaborazione con *Itelescope* ha permesso di utilizzare i telescopi posti sotto i limpidi cieli di *Siding Spring* in Australia programmati via web dall'Italia. Oltre al validissimo supporto tecnologico, la disponibilità offertaci da *Itelescope* è stata davvero notevole, poiché si tratta di un *network* commerciale privato australiano che ha sostenuto anche economicamente questo



La "OMB stage computers" al lavoro sulle variabili della SMC.

progetto a favore di studenti italiani, avvicinandoli alle moderne tecnologie di *remote astronomy* e portando l'osservazione astronomica in classe, vista la differenza di 10 fusi orari tra l'Italia e l'Australia.

Per riprodurre le condizioni osservative del primo '900 abbiamo scelto di impiegare il telescopio T32 (un astrografo da 17 pollici Planewave f/6,8, attrezzato con un CCD FLI Proline 16803, corrispondente a un campo visivo di 43' x 43'): le qualità ottiche dello strumento e la pulizia del cielo di *Siding Spring* sono infatti comparabili con quelle del *Bruce Telescope* utilizzato sotto il cielo peruviano, anche se i tempi di posa dei moderni CCD sono molto inferiori alle ore di posa necessarie per le storiche lastre di Harvard. Tuttavia, a causa della grande distanza della SMC i tempi di posa per le singole immagini sono stati anche di alcuni minuti.

Le osservazioni necessarie per ricostruire le curve di luce si sono svolte

tra maggio e settembre 2015, coprendo anche il periodo di chiusura estiva delle scuole (ma non quello delle menti degli studenti...). I tre campi di ricerca del T32 contenenti le 16 Cefeidi identificate dalla Leavitt sono stati fotografati con filtri fotometrici V e I in modo da poter ricavare curve fotometriche ben calibrate per ciascuna delle stelle.

Il complesso lavoro di programmazione delle osservazioni, riduzione delle immagini e misure fotometriche, calcolo delle curve di luce, delle magnitudini medie e il grafico Periodo/Magnitudine è stato svolto in modo esemplare dai nove studenti di quattro scuole veronesi partecipanti allo stage OMB 2015: Erika Xhelo, Federica Ombroni, Ahmad Chelani, Davide De Battisti, Diego Menegazzi, Eduardo Russo, Gioele Sartori, Marco Guerrini e Paolo Saglia, sotto la guida dei tutor Davide e Raffaele Belligoli, Flavio Castellani e Sergio Moltomoli. Nel corso dello *stage* gli studenti han-

no imparato a gestire il telescopio, programmandone le osservazioni e scaricando le immagini da *Itelescope*, a preparare e ridurre le immagini con il software MAXIM DL® presente in Osservatorio per effettuare poi l'analisi fotometrica delle stesse con ANS Photometry®, un software sviluppato per la collaborazione ANS (*Asiago Novae and Symbiotic stars*) e gentilmente messo a nostra disposizione da Andrea Frigo: un gran lavoro di informatica applicata. L'ultima parte dello studio, la più delicata, ha visto i ragazzi impegnati a ricostruire le curve di luce delle singole variabili, interpolando i dati sperimentali per ottenere le precise misure del periodo e verificare numericamente la relazione periodo/luminosità.

Se la qualità dei risultati sperimentali ottenuti e l'accordo con la relazione ottenuta dalla Leavitt a suo tempo sono stati più che soddisfacenti, l'accordo con i parametri numerici attuali è addirittura sbalorditivo: gli studenti hanno infatti ottenuto per la retta la stessa inclinazione dei valori ricavati negli studi moderni da astronomi professionisti con telescopi di maggiori prestazioni.

Utilizzando i parametri calcolati per le Cefeidi è stato quindi possibile applicare la relazione (detta modulo di distanza) che lega le magnitudini apparenti ed assolute alla distanza in parsec e ricavare così per la distanza media delle Cefeidi il valore $d = (210000 \pm 15000)$ anni luce, pari a (64 ± 5) kparsec: anche questa stima corrisponde, entro l'errore sperimentale, ai valori attualmente accertati per la distanza di SMC.

Il lavoro svolto e i risultati ottenuti nello stage 2015 sono stati di grande soddisfazione sia per i ragazzi che per i tutor: la speranza è che diano frutti anche nel futuro professionale degli studenti coinvolti, tra i quali forse si nasconde qualche novella Henrietta o nuovo Edwin...

Ci auguriamo inoltre che questo nostro lavoro possa servire da spunto e stimolo per studenti e insegnanti di altre scuole del nostro Paese. ■