



## **GLI STAGES DI ASTRONOMIA: UNA PROPOSTA DIDATTICA**

**a cura di F. de Sabata (liceo G. Galilei, Verona)  
in collaborazione con F. Castellani per  
l'Osservatorio Astronomico del Baldo  
e il Circolo Astrofili Veronesi**

# GUARDATE IL CIELO E DOMANDATEVI...

## 1. INTRODUZIONE

Questo progetto è stato sviluppato a partire dal 2012 dal prof. F. de Sabata, docente di matematica e fisica, in stretta collaborazione con F. Castellani, direttore dell'Osservatorio Astronomico "A. Gelodi" del Monte Baldo (nel seguito: OMB) [1] e con il Circolo Astrofili Veronesi "A. Cagnoli" (nel seguito: CAV) [2], a cui è affidata la gestione dell'osservatorio stesso.

La sua realizzazione è stata fortemente voluta e incoraggiata nelle sue fasi iniziali dal fisico Elmar Pflerschinger, allora presidente del Circolo Astrofili Veronesi e nostro caro amico recentemente scomparso: questo lavoro è dedicato alla sua memoria.

Lo scopo del progetto, in linea con le recenti disposizioni per il riordino dei licei<sup>1</sup>, è di approfondire una tematica interdisciplinare caratteristica del curriculum didattico scientifico (anche se spesso trascurata), vale a dire l'osservazione astronomica, nei suoi aspetti teorici, sperimentali e pratici, collegandola alle altre discipline (principalmente fisica e scienze, ma anche informatica e matematica), nell'intento di fornire agli studenti un approccio cognitivo integrato e un aggancio concreto alla realtà esterna alla scuola, assieme ad una maggiore motivazione allo studio scientifico.

Nello stesso tempo, la presenza sul territorio veronese di OMB [1], gestito da un gruppo di volontari con finalità divulgative e di ricerca, ha permesso di sviluppare il progetto oltre l'ambito puramente didattico, strutturandolo come stage formativo per operatore e divulgatore astronomico, sviluppando quindi delle competenze relazionali e lavorative spendibili anche in ambito esterno alla scuola.

Il primo problema didattico affrontato è stato quello di identificare un nucleo specifico di conoscenze astronomiche di base e raccordarlo con i programmi curricolari di scienze e di fisica.

In questa fase di transizione tra corsi liceali di vecchio e nuovo ordinamento, la geografia astronomica compete ai corsi di quinto anno, come pure la spettroscopia, inserita solo a volte nei corsi sperimentali (PNI, tecnologico, ad esaurimento), mentre le leggi di Keplero vengono studiate, spesso solo a livello teorico, durante il corso di meccanica, solitamente al terzo anno, e riviste qualitativamente in quinta, nel corso di geografia astronomica.

Con il riordino dei cicli, è previsto un primo approccio alla geografia astronomica già (o solo?) al primo anno nel corso di scienze, mentre la spettroscopia, come pure gli elementi di fisica nucleare necessari a comprendere la fisica stellare, e la cosmologia, sono compresi tra gli argomenti "a scelta" da sviluppare al quinto anno in fisica.

Il rischio oggettivo è quindi che l'astronomia, pur così trasversale al curriculum scientifico, venga studiata in modo parziale e/o superficiale, in tempi ridotti e dispersi nel quinquennio.

Un secondo aspetto affrontato da questo progetto è il fatto che spesso si dà per scontato che al giorno d'oggi gli studenti siano in grado di gestire autonomamente in modo proficuo gli strumenti

---

<sup>1</sup> "La libertà, la competenza e la sensibilità dell'insegnante (...) svolgeranno un ruolo fondamentale nell'individuazione e nello sviluppo di approfondimenti di fisica classica e di percorsi di fisica moderna, anche mirati al proseguimento degli studi universitari e di formazione superiore. In questo contesto è auspicabile coinvolgere soprattutto gli studenti degli ultimi due anni, trovare un raccordo con altri insegnamenti, in particolare con quelli di matematica e di scienze, e aprire, ove possibile, collaborazioni con università, enti di ricerca, musei della scienza e mondo del lavoro. In conclusione, il percorso didattico dovrà consentire allo studente di utilizzare le conoscenze disciplinari e le abilità specifiche acquisite per poter comprendere e valutare le scelte scientifiche e tecnologiche che interessano la società in cui vive." (dalle Indicazioni nazionali per l'insegnamento della fisica nel nuovo ordinamento dei licei, 2010)

informatici a loro disposizione, sia in ambito di ricerca personale, sia come strumenti per una comunicazione efficace. Anni di lavoro nelle commissioni di Esame di Stato hanno permesso allo scrivente di riscontrare, sia nei colloqui che nelle “tesine” presentate dagli studenti, che spesso le competenze comunicative a scuola sono trascurate rispetto ad altri aspetti più contenutistici, e risultano inefficaci, quando non addirittura insufficienti in sede valutativa.

Un terzo aspetto importante è la caratterizzazione del progetto come stage di lavoro, piuttosto che didattico: in altre parole, sia i tempi che le modalità di lavoro differiscono da quelli della didattica ordinaria, favorendo l’interazione degli studenti tra pari e con persone in ambito esterno alla scuola, e legando la valutazione degli esiti al raggiungimento di obiettivi concreti e al confronto diretto con il pubblico, piuttosto che a prove strutturate di tipo scolastico.

“Last but not the least”, la disponibilità di strumenti di primo livello per l’osservazione astronomica forniti da OMB e lo svolgimento di diverse linee di ricerca in collaborazione con varie università [1], uniti alla possibilità di effettuare osservazioni dirette e ripetute, ha permesso di inserire gli studenti, singolarmente o in piccoli gruppi, nel lavoro di ricerca astronomica sul campo.

I ragazzi sono stati così messi alla prova in un ambito che, seppur limitato nel tempo di applicazione, contiene in sé tutti gli aspetti della ricerca scientifica universitaria.

Per quest’ultimo motivo in particolare, si ritiene che il progetto fornisca agli studenti coinvolti un ulteriore valore aggiunto come possibile orientamento per le scelte universitarie future.

## 2. OBIETTIVI

Per chiarezza espositiva, gli obiettivi del progetto possono essere schematicamente raggruppati in didattici (interdisciplinari), comunicativi, operativi (pratici), fermo restando che l’efficacia del loro raggiungimento non può essere valutata solo separatamente.

Obiettivi didattici (interdisciplinari):

- acquisire le conoscenze astronomiche di base, anche al di là dei singoli punti inclusi nei programmi scolastici, in forma integrata e utilizzabile in pratica nelle osservazioni del cielo notturno; in particolare, si ritengono conoscenze di base
  1. le coordinate astronomiche e il riconoscimento delle principali costellazioni dell’emisfero boreale;
  2. le caratteristiche del sistema solare e dei suoi componenti, con particolare riguardo ai pianeti (e loro satelliti) osservabili;
  3. le caratteristiche delle stelle e della loro evoluzione, con particolare riguardo all’emissione luminosa caratteristica (spettro continuo e discreto);
  4. le caratteristiche degli oggetti estesi (ammassi globulari, galassie), con particolare riguardo alla loro identificazione e osservazione visuale;
- acquisire le competenze informatiche di base per costruire una presentazione multimediale (PowerPoint) su argomento astronomico;
- acquisire un metodo efficace per la ricerca, la selezione e l’utilizzo del materiale illustrativo presente su web (immagini, filmati), con particolare riguardo al controllo delle fonti;
- sviluppare le capacità di operare in collegamento remoto via web sui computer di OMB;
- sviluppare la padronanza del metodo scientifico, con particolare riguardo alle competenze necessarie per interpretare i risultati sperimentali;

Obiettivi comunicativi:

- acquisire le competenze di base per esporre un argomento al pubblico, in particolare

1. conoscere la “curva dell’attenzione” e il suo significato;
  2. saper identificare i contenuti fondamentali di una presentazione;
  3. saper identificare il “target” (pubblico generico, classi scolastiche, peer students) della comunicazione e il linguaggio ad esso adeguato;
  4. sviluppare uno stile comunicativo verbale adatto alla divulgazione scientifica;
- acquisire le competenze di base per gestire un’osservazione pubblica, in particolare
    1. saper preparare una serata osservativa al telescopio scegliendo oggetti adeguati;
    2. saper caratterizzare, di volta in volta, gli aspetti caratteristici e il significato di ciò che si vede attraverso il telescopio;

Obiettivi pratici:

- saper manovrare un telescopio per l’osservazione visuale (uso della tastiera di puntamento diretto e del software dedicato);
- saper utilizzare il software specifico di puntamento e ripresa fotografica con telescopio accoppiato a un CCD o a uno spettrometro (Maxim DL5<sup>®</sup>);
- saper utilizzare il software di analisi specifico per le misure di astrometria (ANS Photometry<sup>®</sup>) o di spettrometria (Visual Spec<sup>®</sup>);
- saper ricostruire una curva di luce di stelle variabili a partire da un insieme di osservazioni sperimentali;
- saper costruire il diagramma di Hertzsprung-Russell di un ammasso a partire da un insieme di osservazioni sperimentali;
- saper identificare in uno spettrogramma le caratteristiche della classe spettrale di appartenenza della stella.
- sviluppare le competenze necessarie al lavoro di gruppo in laboratorio.

### 3. NATURA INNOVATIVA E DI RICERCA

Chi scrive ha ben presente l’esistenza di altri progetti e attività in campo astronomico dirette agli studenti, quali ad esempio “Il cielo come laboratorio” dell’Università di Padova, o il progetto MAGIC-D (nella sua parte diretta agli studenti), avendo partecipato negli anni passati alla gestione di entrambi.

Il ruolo di avvicinamento all’astronomia del progetto “Guardate il cielo e domandatevi...” non è dunque specificamente originale, anche se conserva tutta la sua validità nell’approfondire il rapporto tra l’astronomia e le altre discipline scientifiche, fornendo così agli studenti un insieme di conoscenze e competenze normalmente non presenti nell’istruzione curricolare perché richiedono strumenti e tempi non disponibili ordinariamente a scuola.

In ogni caso, l’approccio interdisciplinare integrato all’astronomia si configura come innovativo rispetto alla trattazione standard degli argomenti in aula previsto anche nei nuovi curricula liceali.

La natura veramente innovativa di questo progetto risiede piuttosto nella sua dimensione comunicativa, che porta gli studenti ad essere attori consapevoli della trasmissione di quanto appreso e a sviluppare le abilità personali e informatiche necessarie alla divulgazione scientifica, e nell’attività lavorativa personale degli studenti sui telescopi, che richiede l’acquisizione di capacità gestionali e operative dirette sugli strumenti, aspetto quasi sempre delegato agli operatori per vari motivi di tempo-macchina o opportunità (come nel caso di altri progetti, come quelli citati in precedenza).

In prospettiva didattica, il progetto ha una duplice valenza di ricerca:

1. dal lato docente-organizzativo, lo sviluppo di strumenti e modalità atte a conseguire gli obiettivi: sono significativi in questo senso, il peer learning e il service learning adottati

nell'acquisizione delle abilità pratiche, come pure lo sviluppo di una modalità di collegamento in remoto con le scuole che verrà illustrato meglio nel seguito (il progetto O.M.B.R.A., in avanzata fase di realizzazione [3]);

2. dal punto di vista degli studenti in stage, il contatto diretto con la realtà fenomenica dell'astronomia, che partendo dall'osservazione visuale del cielo notturno ("Guardate il cielo...") si specifica via via in diverse modalità di ricerca (...e domandatevi...), quali la fotometria e la spettroscopia stellare. Tale attività spinge naturalmente gli studenti a riflettere sull'uso e il ruolo degli strumenti impiegati, sull'utilizzo ragionato del software specifico di acquisizione ed elaborazione dati (NON di SIMULAZIONE!), sulle sorgenti e il significato dell'errore sperimentale nelle misure, sull'interpretazione dei risultati in rapporto critico con i modelli teorici: in poche parole, sul metodo scientifico nella sua attuazione.
3. sempre dal punto di vista degli studenti, risulta significativo che l'insieme di misure effettuate abbia vero carattere di originalità, e possa quindi essere oggetto di pubblicazione in riviste scientifiche [3] o di presentazione di tesine di ricerca sperimentale personale [4] in sede di Esame di Stato (questi aspetti saranno illustrati al termine del presente rapporto).

#### 4. PIANO DI SVOLGIMENTO

Sono stati coinvolti finora 17 studenti provenienti da classi terze e quarte di diversi licei di Verona, principalmente, ma non esclusivamente, dal liceo scientifico statale "Galileo Galilei", precisamente nove nella realizzazione del primo ciclo di stages, otto nel secondo ciclo.

##### 3.1 Fasi e tempi

Lo stage è concepito in tre fasi, da realizzare nel corso di sei mesi (gennaio/giugno) per un impegno equivalente a 80 ore ma con tempistiche e impegno diversi nei vari periodi [5]:

1. il corso serale di astronomia di base tenuto dal CAV ogni anno per i nuovi soci: otto serate tra gennaio e marzo (16 ore complessive) per le conoscenze di base;
2. cinque incontri tra marzo e maggio (14 ore complessive) a scuola o in osservatorio per gli approfondimenti specifici in vista del lavoro come operatore ;
3. una settimana (due weekend) di lavoro vero e proprio (50 ore complessive) per la gestione delle serate pubbliche e le ricerche astronomiche in Osservatorio.

Gli studenti in stage hanno potuto arricchire la propria preparazione nel corso dell'anno anche partecipando ad alcune conferenze a tema tra quelle tenute abitualmente il venerdì sera presso la sede del CAV [2] o presso le scuole di appartenenza (videoconferenza del dott. M. Bersanelli in aprile sui recenti risultati ottenuti dal satellite PLANCK).

##### 4.2 Modalità e attività

L'organizzazione del progetto come stage lavorativo prevede che ogni scuola fornisca un referente interno alla scuola e un tutor aziendale per l'attività svolta nella sede lavorativa (nel nostro caso, l'osservatorio OMB). Nel primo ciclo, la presenza di otto studenti del liceo "G. Galilei" sui nove coinvolti ha portato a una sovraesposizione del sottoscritto come tutor scolastico, fortunatamente bilanciata dal fatto che quattro di loro frequentavano in due classi sperimentali (una terza PNI e una quarta Tecnologico) già afferenti alla mia cattedra di fisica, e che il nostro liceo ha una consolidata esperienza nell'organizzazione di stages lavorativi presso aziende.

Per il secondo ciclo appena concluso, la provenienza degli studenti da tre scuole diverse, il liceo scientifico "G. Galilei", il liceo scientifico "A. Messedaglia" e il liceo classico "S. Maffei" di Verona, ha permesso una migliore distribuzione dei carichi burocratici e organizzativi.

L'aspetto essenziale dello stage riguarda però il tutoraggio specifico in OMB nella fase intensiva: per garantire un'adeguata copertura dei tempi e delle attività, si sono resi disponibili tra i soci del CAV ben sei tutors ufficiali, supportati anche da altri soci per attività specifiche e il trasporto da e per Verona (circa 40 km di strada).

Le difficoltà logistiche sono state superate stabilendo una convenzione con il vicino rifugio Novezzina, che ha fornito vitto e alloggio agli stagisti durante i due fine settimana di attività intensiva.

Come risulta anche dalla scansione appena esposta [5], la realizzazione del progetto ha coinvolto gli studenti in attività di apprendimento teorico (frequenza alle lezioni serali e studio degli argomenti collegati) e pratico (uso di software dedicato, tecniche di indagine astronomica), di indagine sperimentale per l'acquisizione dei dati al telescopio (immagini fotografiche per fotometria o spettroscopia stellare) e di ricerche bibliografiche in rete per la produzione autonoma di documentazione di supporto alle serate pubbliche.

#### 4.3 Metodologie e strumenti

Le modalità di intervento dei docenti risultano quindi diversificate nelle varie fasi, a partire dal corso base di astronomia e dalle lezioni frontali su argomenti disciplinari specifici del corso (vedi ad esempio [6,7]), per passare poi a un rapporto quasi personale tra tutor e singoli stagisti nella seconda e terza fase del progetto.

Nel proporre le varie attività, i tutor hanno deciso di integrare le spiegazioni vere e proprie sviluppando al massimo il confronto e il dibattito tra e con gli studenti, per favorire nei ragazzi la formazione di una preparazione critica e motivata, anche arricchita da spunti personali.

La parte dominante del processo di insegnamento/apprendimento è comunque avvenuta in osservatorio, ponendo gli studenti di fronte a problemi e obiettivi concreti e lasciandoli operare autonomamente, per quanto possibile, cercando le strategie e le soluzioni adeguate; ciò ha permesso, tra l'altro, di verificare le capacità dei singoli studenti di integrare il percorso di ricerca personale con l'osservazione dei tentativi, errori e successi dei compagni, favorendo nel contempo l'instaurarsi di rapporti di confronto e cooperazione tra pari ("peer learning" e "collaborative learning").

Tra gli strumenti informatici impiegati nella realizzazione del progetto, oltre agli ovvi supporti per le presentazioni didattiche e conferenze (videoproiettori e software POWERPOINT), gli studenti hanno avuto libero accesso ai PC presenti in OMB e al software dedicato alla gestione della strumentazione e di elaborazione dati.

I telescopi presenti in OMB e utilizzati dagli stagisti meritano una breve descrizione: si tratta di due telescopi principali in postazione fissa e diversi altri strumenti minori.

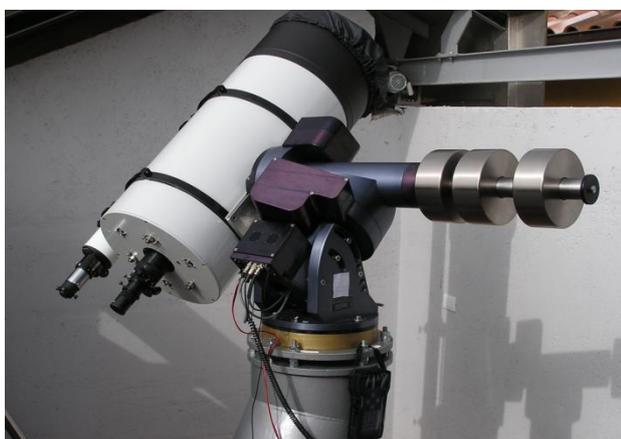


figura 1a: il telescopio per il pubblico

figura 1b. il telescopio per la ricerca

Il primo (fig. 1a) è uno Schmidt-Cassegrain con diametro  $D=400$  mm e  $F/10$  dotato di diversi obiettivi per l'osservazione visuale, alloggiato su una terrazza con tetto scorrevole per le osservazioni guidate con il pubblico.

Il secondo (fig. 1b) è un Ritchey-Chrétien con diametro  $D=400$  mm e  $F/8$ , alloggiato in cupola orientabile (anche da remoto) accoppiato con un CCD (Finger Lakes 1001E da un pollice quadrato) e con un sistema di filtri standard UBVRI per le misure di fotometria in banda. In alternativa, è possibile montare su questo telescopio uno spettrometro (DSS7Sbig), anche se esso è abitualmente accoppiato con un telescopio più piccolo ( $D=250$  mm) sulla stessa montatura.

Tra gli altri strumenti che completano la dotazione dell'osservatorio e che gli stagisti hanno imparato a utilizzare vi sono alcuni telescopi tipo Dobson impiegati nelle serate con il pubblico e un telescopio Coronado per le osservazioni del Sole, con filtro solare standard e in  $H_{\alpha}$ .

#### 4.4 Articolazione del progetto

La prima fase del progetto, comprendente il corso base di astronomia, era aperta a tutti gli studenti iscritti, indipendentemente dal loro numero. Per motivi legati agli spazi disponibili in osservatorio, particolarmente nella postazione di controllo del telescopio da ricerca, per il secondo ciclo di stages (giugno 2013) si è deciso di limitare il numero di stagisti a sei, utilizzando il test di verifica di aprile come eventuale selezione dei candidati.

Il periodo intercorso tra il termine del corso e il test di verifica, in parte sovrapposto alle vacanze pasquali, è stato impiegato dagli studenti per studiare/approfondire gli argomenti di base: a tale scopo, all'inizio del corso era stata fornita una dispensa di astronomia elaborata per i soci del CAV nel corso degli anni [8].

Nella seconda fase, le lezioni di approfondimento e le uscite in OMB sono state dedicate soprattutto ad approfondire le tematiche comunicative, la conoscenza pratica delle costellazioni e l'uso minimo degli strumenti da impiegare per le serate osservative (il programma Stellarium<sup>®</sup>, l'uso dei diversi oculari e il puntamento del telescopio). È stato inoltre richiesto agli studenti di elaborare una presentazione in PowerPoint<sup>®</sup> di supporto alla loro presentazione in pubblico.

Nella terza fase gli stagisti, nel frattempo ridotti a cinque per un'ulteriore rinuncia, hanno completato il training teorico-pratico per la gestione delle serate pubbliche e sono stati coinvolti in esercitazioni pratiche (fotometria di stelle variabili, spettrometria di oggetti vari, ma anche fotografia di galassie e nebulose planetarie con il CCD, nell'intento di unire la pratica dello strumento con un aspetto più immediatamente godibile, quale l'astrofotografia).

Gli studenti sono stati messi al lavoro in due gruppi, precisamente uno alla ricostruzione del diagramma di Hertzsprung-Russell dell'ammasso M67 mediante astrometria di quasi 500 stelle componenti e l'altro alla classificazione spettrale di un gruppo di stelle, tra le quali Antares, Eta Bootis, Alpha e Gamma Camelopardalis e altre. I temi proposti nel primo ciclo (tre gruppi) erano stati l'identificazione del periodo di due stelle variabili Cefeidi, CY Aquarii e EH Librae, e alcune misure spettroscopiche, limitate dal tempo nuvoloso nelle due serate a disposizione, di Arturo e di qualche altra stella brillante).

#### 5. Documentazione e valutazione degli esiti

Già i risultati del primo ciclo, elaborati dagli studenti per la fine dello stage, sono stati di notevole soddisfazione per tutti: l'identificazione del periodo (88 minuti per CY Aqr e 132 minuti per EH Lib, misurati nelle bande  $B_j$  e  $V_j$ ) e il successivo confronto con i valori noti in bibliografia

[9, 10] (ma non in precedenza agli studenti!) hanno confermato la correttezza e l'accuratezza delle misure effettuate dagli stagisti.

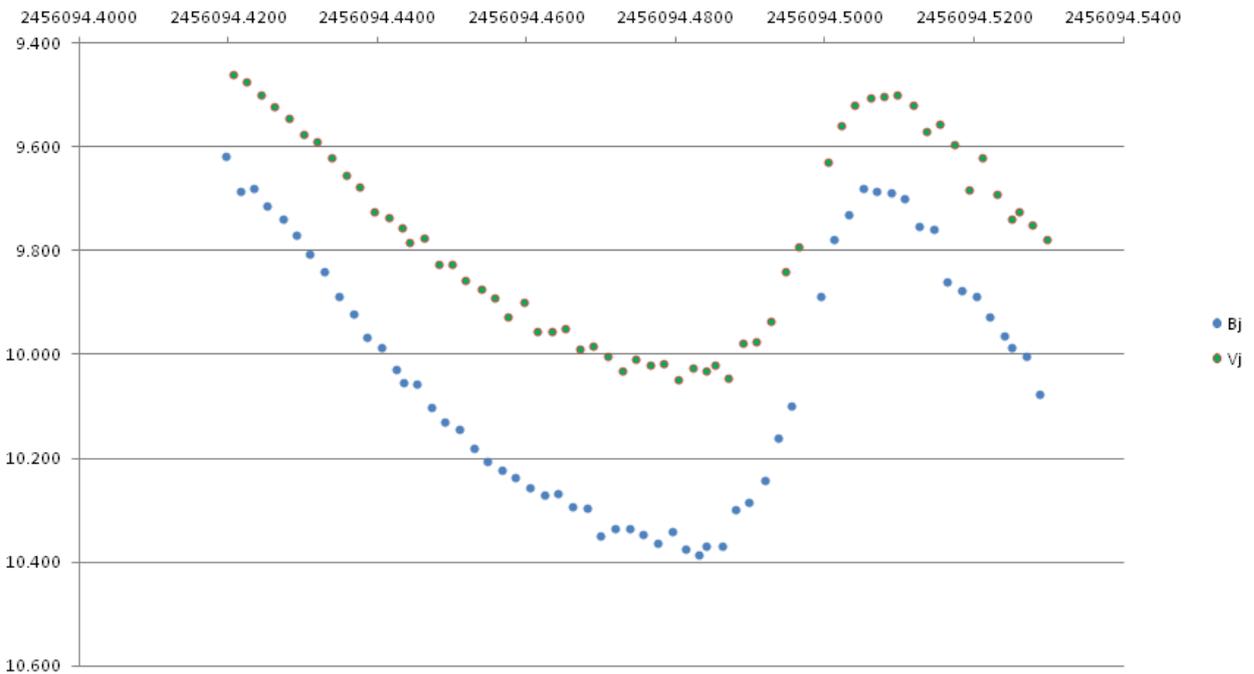


Figura 2: la curva di luce di EH\_Lib nelle bande Bj e Vj (in ascissa il tempo, in ordinata la magnitudine).

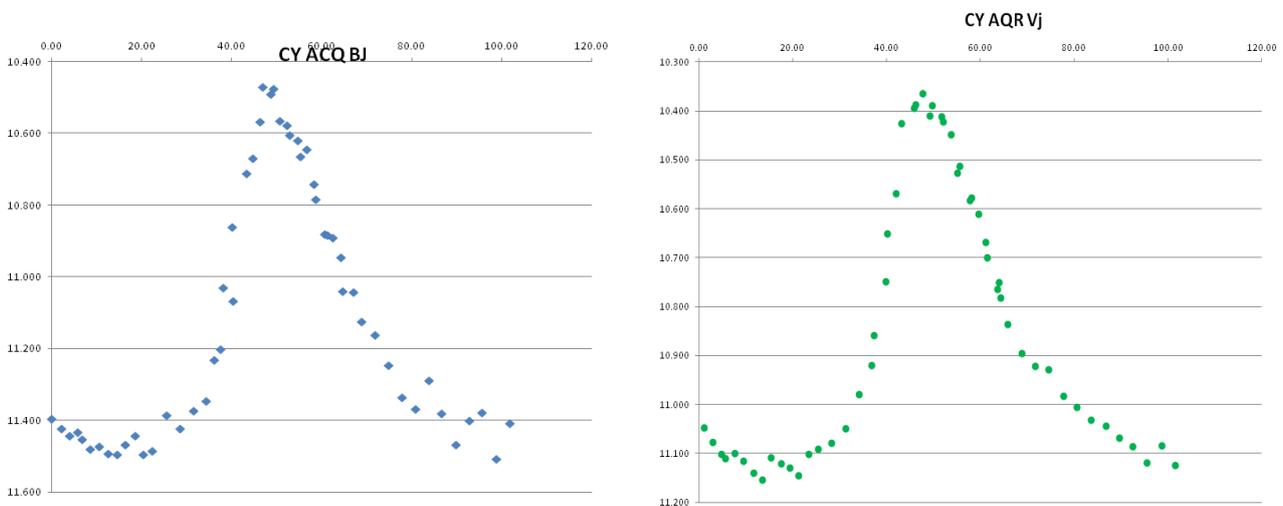


Figura 3: la curva di luce di CY:Aqr nelle bande Bj e Vj (in ascissa il tempo, in ordinata la magnitudine).

Per quanto riguarda i risultati del secondo ciclo, entrambi i gruppi di lavoro hanno soddisfatto appieno le aspettative, come risulta dal rapporto finale illustrato al termine dello stage [11].

In particolare, il gruppo di fotometria ha prodotto un dettagliatissimo diagramma HR di M67 (fig. 4), con il calcolo delle corrispondenti classi spettrali, il calcolo della temperatura di colore, la determinazione del punto di svolta e un'indagine approfondita dei vari tipi di stelle presenti nell'ammasso (si confronti ad esempio con [12]), mentre il gruppo di indagine spettroscopica ha identificato sei stelle diverse, analizzando gli spettri raccolti con Vspec<sup>®</sup> e coprendo così una larga casistica spettrale (fig. 5).

Anche senza voler entrare nel dettaglio delle tecniche di elaborazione dati e dei programmi impiegati, risulta evidente dalle figure 2, 3, 4 e 5 che il lavoro svolto dagli stagisti è di qualità elevata e comparabile con quello di professionisti del campo.

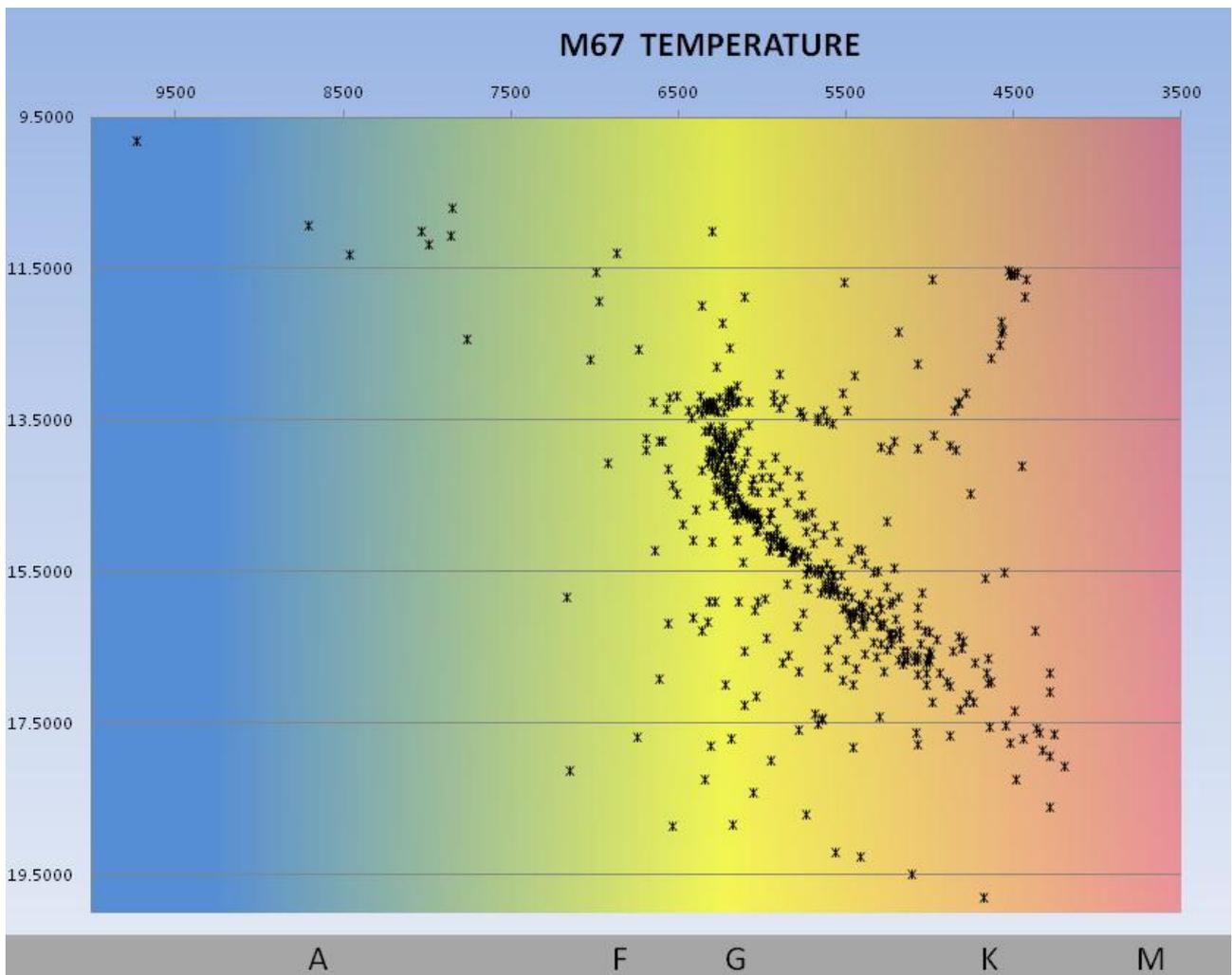


Figura 4. Il diagramma Hertzsprung-Russell ricostruito per l'ammasso M67

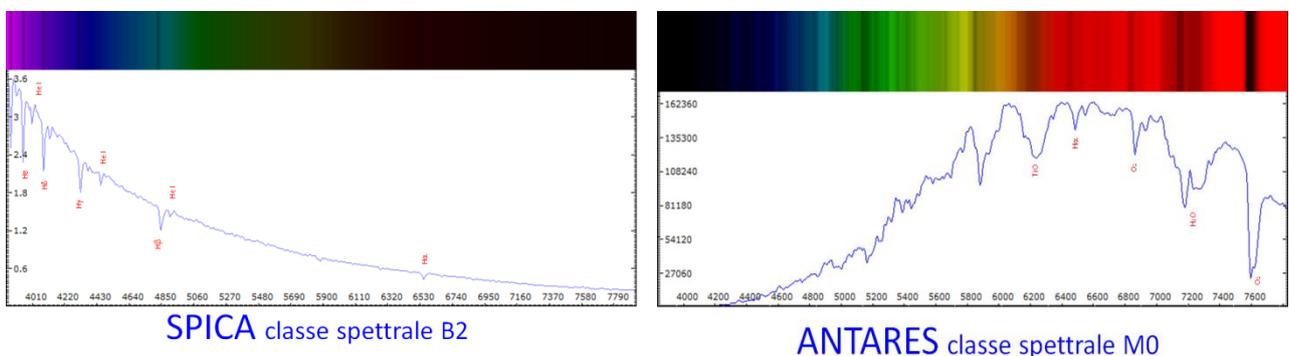


Figura 5. Due tra gli spettri stellari ottenuti con Vspec<sup>©</sup>

È appena il caso di ricordare che al termine della prima fase (corso di astronomia) è stato impiegato un questionario a risposta multipla per sondare le conoscenze di base acquisite agli stagisti, mentre dopo la seconda fase si è preferito un colloquio di restituzione per identificare gli elementi qualificanti del lavoro svolto fino a quel punto ed eventuali carenze. Al termine dello

stage si è tenuta una sessione di discussione aperta sullo svolgimento dello stage, per identificare i punti di forza e di debolezza dell'intero percorso.

Oltre all'evidente soddisfazione dei partecipanti ad entrambi gli stages per l'attività svolta, il successo delle serate con il pubblico e l'apprezzamento di osservatori esterni indipendenti (i visitatori dell'osservatorio) per il lavoro divulgativo dei ragazzi portano a considerare pienamente raggiunti gli obiettivi posti dal progetto e a ripeterne la realizzazione negli anni futuri.

## 6. Ricadute

A livello personale, gli stagisti hanno acquisito competenze scientifiche sia disciplinari che interdisciplinari e si sono confrontati con strumenti e metodi caratteristici della ricerca. In particolare, la familiarità con gli strumenti informatici e multimediali utilizzati e con i programmi di elaborazione e analisi dei risultati può costituire un utile punto di partenza per lo sviluppo di studi universitari scientifici. Dal punto di vista della comunicazione, le abilità sviluppate nel corso dello stage possono qualificare sia il percorso scolastico, sia le successive attività.

Quanto appena esposto è ben esemplificato dall'uso immediato che uno degli stagisti del primo ciclo ha fatto in sede di esame di stato, presentando all'orale una tesina [12] che includeva, come una delle parti qualificanti, la classificazione spettrale completa delle stelle su dati raccolti ed elaborati personalmente dal candidato nel giugno di quest'anno: l'esito dell'esame, praticamente scontato, è stato il conseguimento del punteggio pieno (100/100). La sua scelta universitaria, un percorso di fisica orientata alla biologia, porterà quasi certamente all'estero il nostro studente.

Una seconda ricaduta, gradita ma certo non scontata, è stato il rientro immediato, in termini di lavoro volontario, degli stagisti del primo turno a fianco di quelli di quest'anno. In cinque hanno infatti approfittato della ripetizione dello stage per salire in OMB a svolgere attività di osservazione e ricerca, e tre di loro hanno affiancato gli studenti di quest'anno, permettendo la realizzazione di un'esperienza di "service learning" che ha rinforzato efficacemente l'azione dei tutor adulti. Per almeno due di loro si prospetta l'inserimento a pieno titolo tra gli operatori del CAV nell'attività di gestione dell'osservatorio.

Un'ulteriore ricaduta del progetto a livello generale merita di essere commentata in dettaglio: il successo ottenuto dagli studenti nel primo stage in così breve tempo ha spinto gli organizzatori a pensare una modalità di impiego didattico più diretto delle potenzialità di ricerca e dei dati raccolti in OMB.

Per superare le difficoltà logistiche connesse agli spazi ridotti in osservatorio e ai tempi dell'attività di ricerca astronomica, nei mesi intercorsi tra i due cicli di stage è stato realizzato e testato praticamente un accesso remoto via web ai dati sperimentali fisicamente custoditi presso l'Osservatorio, con l'intento di mettere a disposizione di scuole, docenti e studenti interessati dei set di dati sperimentali e il relativo software per l'analisi astrometrica in remoto e per ricerche finalizzate.

Tale nuovo progetto, denominato O.M.B.R.A (OMB Remote Astronomy) [3] ha già prodotto un primo pregevole risultato con la misura effettuata da parte di una stagista durante le vacanze di Natale 2012/13 della distanza di alcune variabili appartenenti al cosiddetto Aquarius Stream [13].

Tale misura, di assoluto carattere originale per le stelle scelte, è stata inserita anche nella presentazione del progetto che verrà proposto alle scuole a partire dall'anno scolastico 2012/2013 [3], ma è di per sé rilevante per il valore conoscitivo e sarà presto sottoposta per la pubblicazione autonoma nell'ambito del gruppo guidato dal prof. U. Munari dell'Università di Padova.

A rinforzare la nostra convinzione che le potenzialità di lavoro in remoto possano presto concretizzarsi è giunta, al termine dello stage di giugno, la richiesta di accesso ai dati da parte di quattro stagisti per cominciare ad analizzarli già durante queste vacanze estive...

## 7. Collaborazioni e ruoli

Tra i soci del CAV che hanno ricoperto il ruolo di tutor in entrambi i cicli vanno ricordati almeno Raffaele Belligoli, Flavio Castellani, Sergio Moltomoli (e il sottoscritto), ma anche gli stagisti del primo ciclo Anna Bellamoli, Anna Pugno, Andrea Rizzotti, che hanno lavorato spontaneamente nel secondo ciclo a fianco degli studenti di quest'anno, contribuendo a realizzare una modalità di "service learning", tanto impreveduta quanto proficua.

Molti altri soci del CAV hanno contribuito con le loro lezioni al corso di astronomia e con la loro presenza in OMB nei giorni dello stage a risolvere problemi logistici, comunicando inoltre agli studenti il proprio entusiasmo e interesse per l'attività svolta: di fatto la realizzazione dello stage si configura ormai più come una creazione collettiva che come un lavoro con ruoli fissi e ben determinati.

## BIBLIOGRAFIA ed elenco dei files allegati

- [1] "Hypoteses non fingo", fascicolo (cartaceo) di presentazione dell'attività istituzionale di OMB; ref01a-Depliant Osservatorio.pdf, versione digitale del folder di presentazione OMB ref01b-OMB short.pdf, breve riassunto delle informazioni salienti su OMB
- [2] Programmi di attività del secondo semestre 2012 e 2013 (cartacei), esempi di attività del CAV
- [3] ref03-Progetto OMBRA.pdf, presentazione del progetto di astronomia in remoto per le scuole: contiene anche il report delle misure effettuate per l'Aquarius stream in attesa di pubblicazione
- [4] ref04-tesina Lavagnolo.XPS, esempio di tesina di astronomia sperimentale in esame di Stato
- [5] ref05-Programma Stage 2013.pdf, calendario effettivo delle attività di stage 2013
- [6] ref06-lezione FdS.pdf, esempio di lezione specifica (spettrometria) per gli stagisti
- [7] ref07-lezione FC.pdf, esempio di lezione specifica (fotometria) per gli stagisti
- [8] ref08-Dispensa Astronomia.pdf, materiale per il corso di base, a cura del CAV
- [9] ref09-CY Aqr.pdf, C. Sterken et al., *Multiband photometry of CY Aquarii: the 2011 season*, The Journal of Astronomical Data **18**: 2 (2012), referenza di confronto per CY Aqr
- [10] ref10-EH Lib, W.J.F. Wilson et al., *Study of Large-Amplitude delta-Scuti variables. I. A case study of EH Librae*, Publications of the Astronomical Society of the Pacific, **105**: 809 (1993)
- [11] ref11-2013 finale, rapporto finale degli stagisti 2013
- [12] ref12-M67, T. Pribulla et al., *MOST satellite photometry of stars in the M67 field: Eclipsing binaries, blue stragglers and  $\delta$  Scuti variables*, arXiv0809.0503, referenza di confronto per M67
- [13] ref13-Aq\_Stream2011.pdf M.E.K. Williams et al., "The dawning of the stream of Aquarius in raven", APJ **728**:102 (2011)

Contatti email:

O.M.B.: [info@osservatoriomontebaldo.it](mailto:info@osservatoriomontebaldo.it)

C.A.V.: [info@astrofiliveronesi.it](mailto:info@astrofiliveronesi.it)

Francesco de Sabata: [francesco.desabataformenton@istruzione.it](mailto:francesco.desabataformenton@istruzione.it)

Liceo scientifico Galilei (VR): [liceogalilei@galileivr.it](mailto:liceogalilei@galileivr.it)