



Università degli Studi di Salerno

Dipartimento di Fisica «E. R. Caianiello»

Lezioni stellari: un percorso didattico per gli studenti della Scuola Secondaria di II grado

V. Bozza, R. Capone, I. D'Acunto, R. De Luca

A.I.F. - Trento (2015)



La proposta didattica

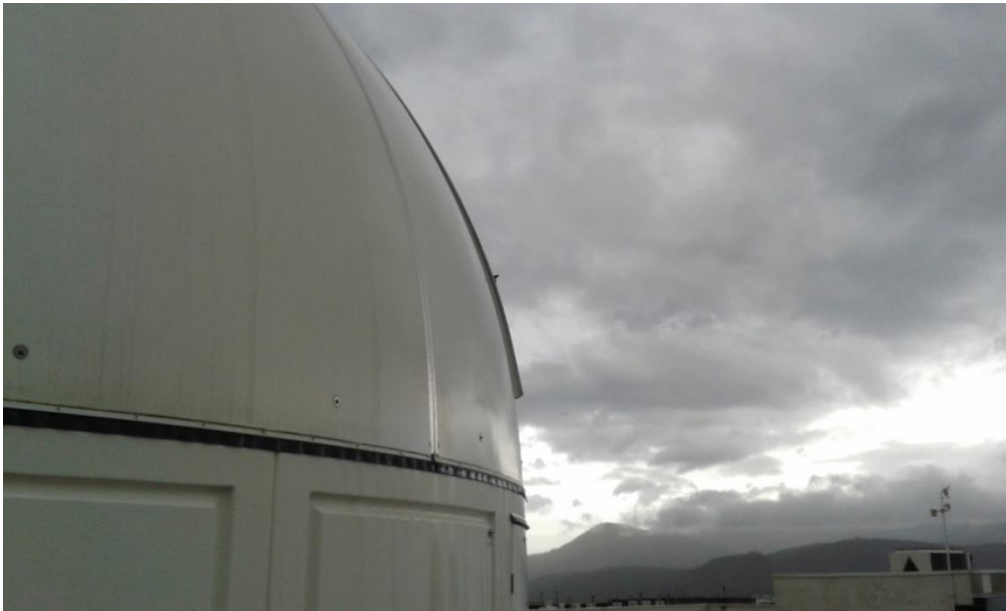
Il Dipartimento di Fisica dell'Università di Salerno si apre al mondo della scuola ormai da anni. Negli ultimi tempi, si stanno organizzando molte attività di divulgazione e orientamento.



La proposta didattica

Nell'ambito della scuola estiva di fisica 2015, si sono svolti tre incontri dedicati all'astrofisica a cura del Dott. Valerio Bozza, ricercatore del Dipartimento di Fisica "E.R. Caianiello".

Lo scopo dei tre incontri è stato avvicinare gli studenti all'Astronomia attraverso la loro prima misura astronomica.



In particolare, lo scopo dell'attività è stata tracciare il diagramma colore-magnitudine di un ammasso stellare aperto.

La proposta didattica

Didattica per competenze

L'attività proposta è stata concepita nell'ottica della didattica per competenze

Consideriamo la *competenza* come un sistema coordinato di *conoscenze* e *abilità* che sono mobilitate dal soggetto in relazione ad uno scopo (un compito, un insieme di compiti o un'azione) che lo interessano e che favoriscono buone *disposizioni interne* motivazionali e affettive (Pellerey 2003)

L'azione didattica è finalizzata allo sviluppo di abilità associate al *saper fare* o, come si dice in psicologia, a conoscenze di tipo procedurale.

La proposta didattica

La didattica per competenze è intesa come proposta didattica interdisciplinare che consenta punti di osservazione secondo ottiche poliscopiche e rotatorie nella prospettiva di superare un sapere parcellizzato e “chiuso” all’interno della singola disciplina

Situated learning

Morin «La testa ben fatta»

”(Le competenze) non possono ridursi ad una sola disciplina; esse suppongono e creano delle connessioni tra conoscenze e suggeriscono nuovi usi e nuove padronanze, il che significa che “le competenze generano competenze” (D’Amore, 2000)

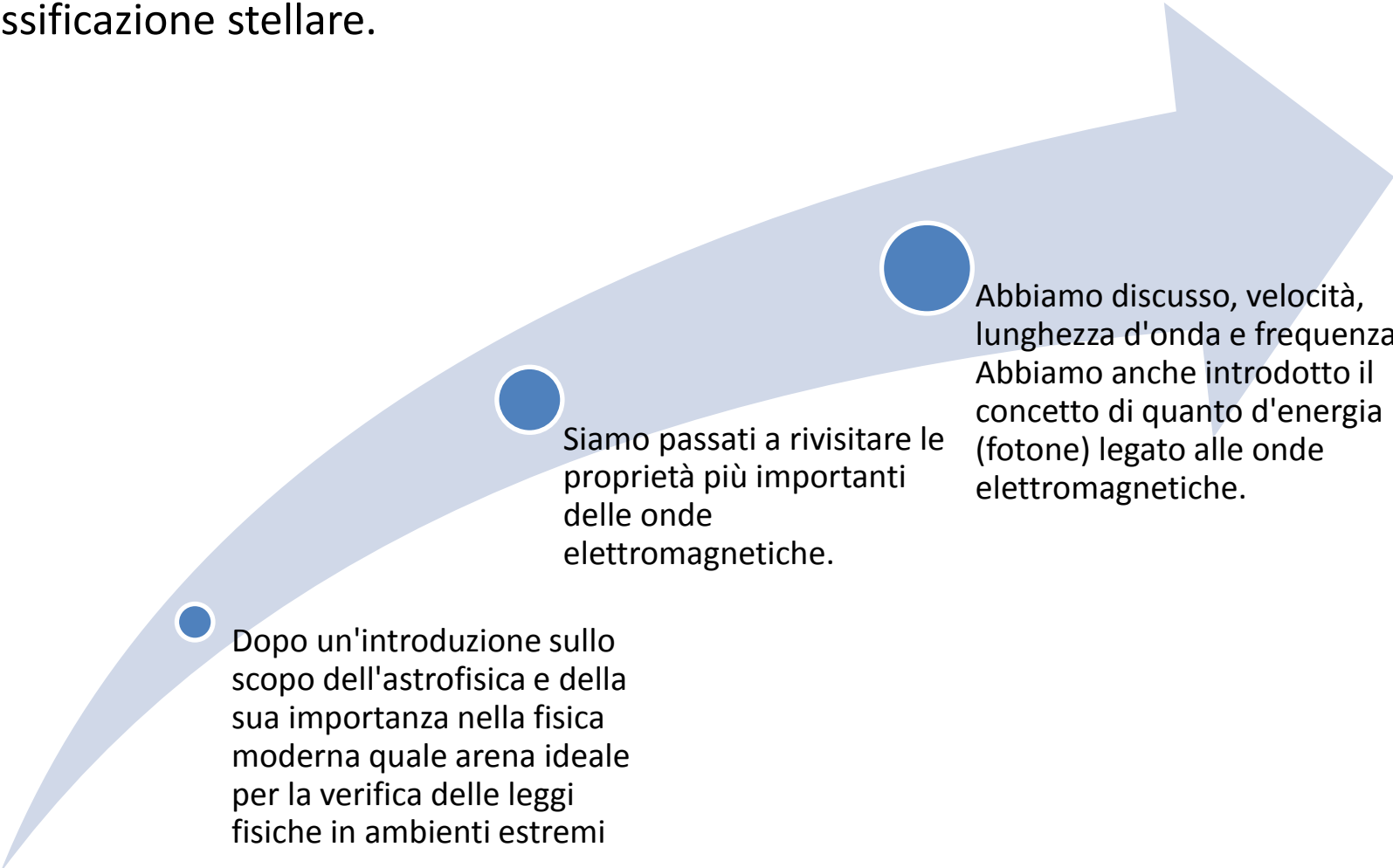
Il progetto

Destinatari dell'azione didattica o, per meglio dire, i soggetti che, nella costruzione di competenza, si sono disposti al centro della scena educativa con la loro "intenzione" di impegnarsi a decontestualizzare e ricontestualizzare le loro conoscenze e le loro abilità, sono stati studenti delle classi quarte e quinte degli Istituti Secondari di Secondo grado delle provincie di Avellino, Salerno e Benevento.



Primo incontro: "Imparare l'abc delle stelle"

Nel primo incontro, in aula, attraverso la proiezione di slide, sono stati dati gli strumenti di comprensione di base delle osservazioni astronomiche e della classificazione stellare.



Dopo un'introduzione sullo scopo dell'astrofisica e della sua importanza nella fisica moderna quale arena ideale per la verifica delle leggi fisiche in ambienti estremi

Siamo passati a rivisitare le proprietà più importanti delle onde elettromagnetiche.

Abbiamo discusso, velocità, lunghezza d'onda e frequenza. Abbiamo anche introdotto il concetto di quanto d'energia (fotone) legato alle onde elettromagnetiche.

Primo incontro: "Imparare l'abc delle stelle"

In astronomia, il flusso di radiazione elettromagnetica misurato viene tipicamente espresso una scala logaritmica (magnitudini) adattata alla sensibilità dell'occhio umano. Abbiamo discusso la magnitudine apparente e quella assoluta di un astro e ci siamo soffermati sul significato della magnitudine a seconda della banda spettrale selezionata con appositi filtri standard.

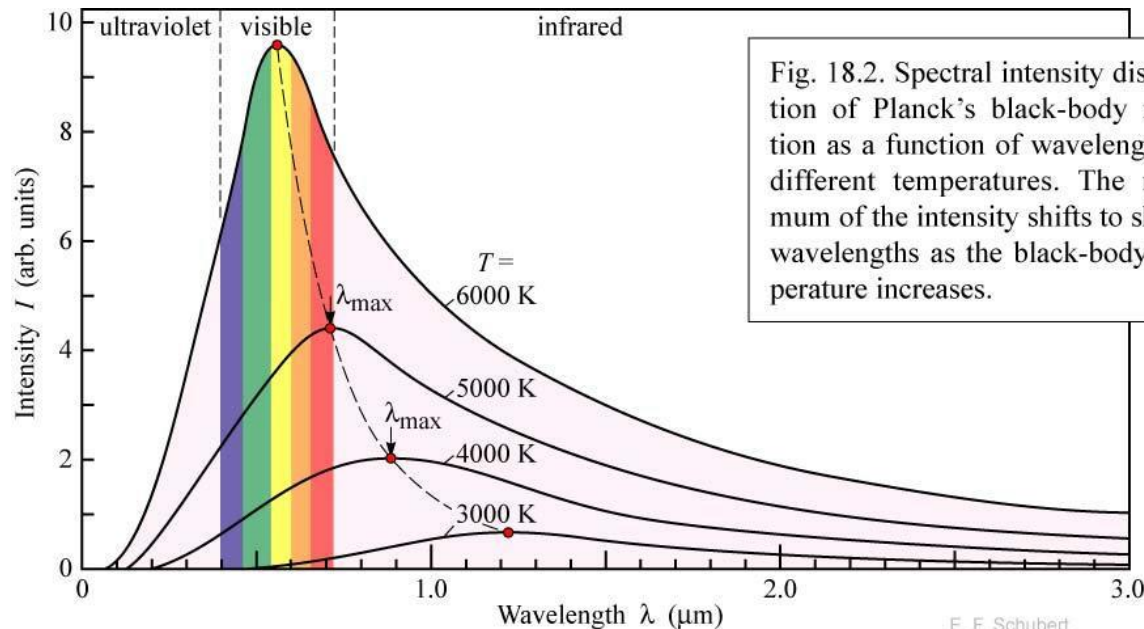


Fig. 18.2. Spectral intensity distribution of Planck's black-body radiation as a function of wavelength for different temperatures. The maximum of the intensity shifts to shorter wavelengths as the black-body temperature increases.

E. F. Schubert
Light-Emitting Diodes (Cambridge Univ. Press)
www.LightEmittingDiodes.org

Primo incontro: "Imparare l'abc delle stelle"

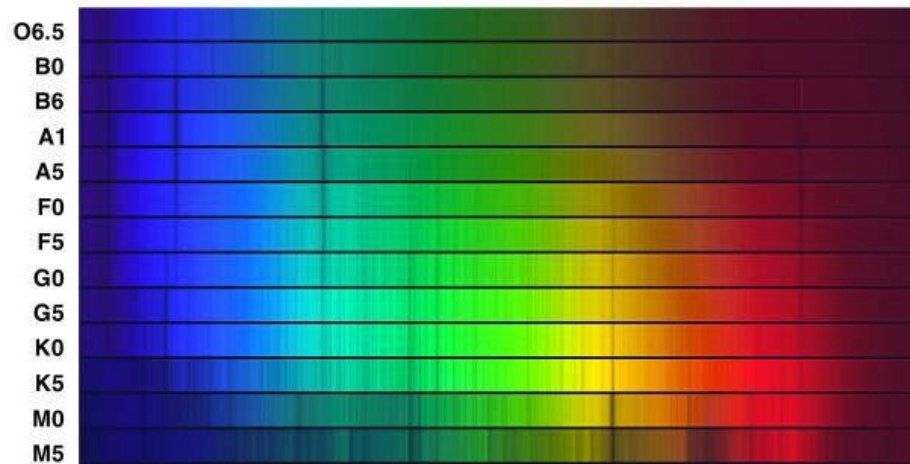
Le stelle sono composte da un numero grandissimo di particelle in continua interazione. Applicando la meccanica statistica e la meccanica quantistica, è possibile calcolare la distribuzione dell'energia della radiazione emessa, che corrisponde al classico "corpo nero". Tale distribuzione ha un massimo di energia ad una lunghezza d'onda legata in modo inversamente proporzionale alla temperatura. Pertanto, stelle più calde emettono a lunghezze d'onda più piccole (corrispondenti al colore blu) e stelle più fredde emettono a lunghezze d'onda più grandi (corrispondenti al colore rosso).



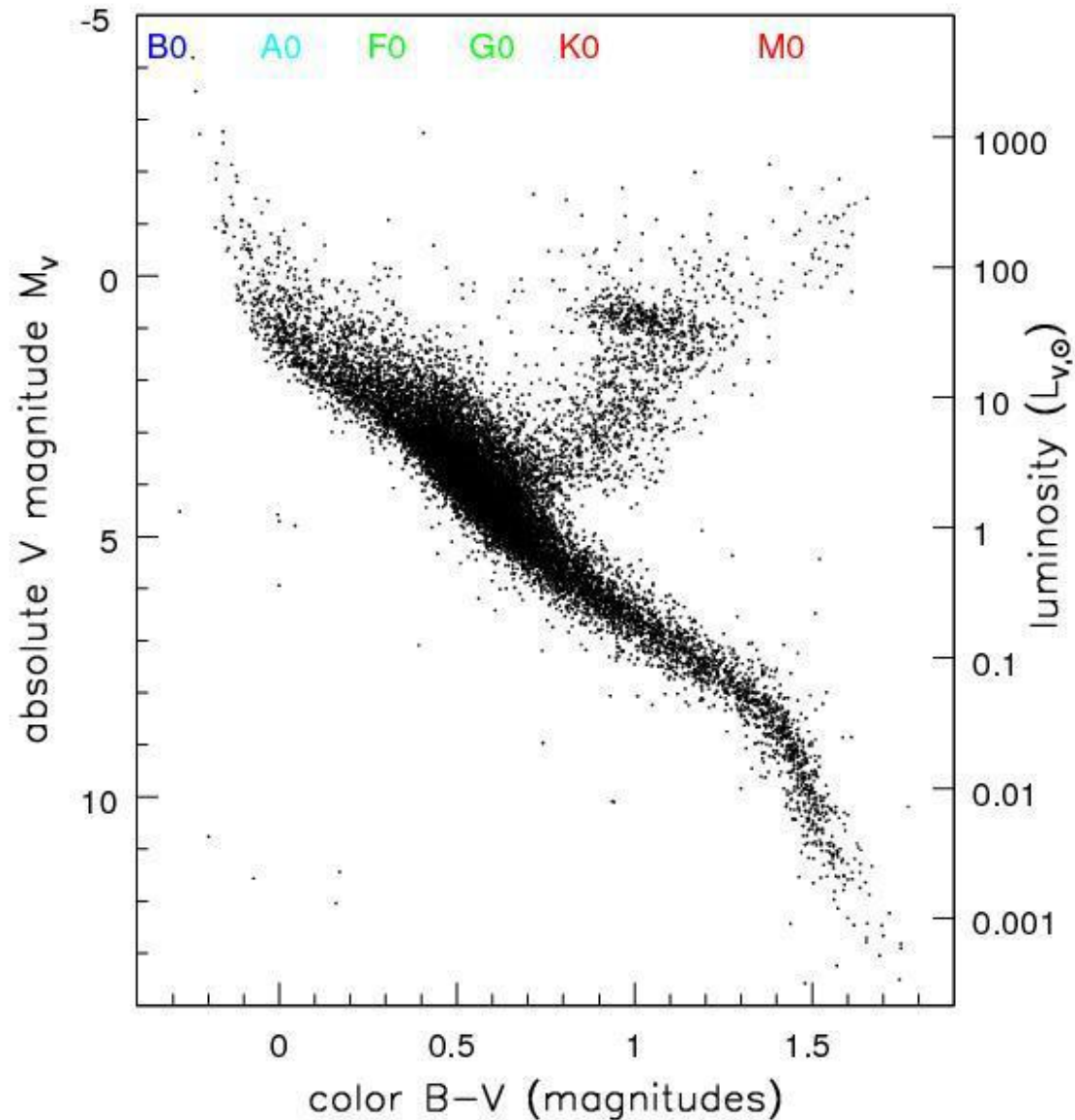
Primo incontro: "Imparare l'abc delle stelle"

Questo concetto fondamentale è alla base delle differenze che osserviamo nelle stelle. Abbiamo, perciò, introdotto la classificazione spettrale di Harvard delle stelle, con le classiche lettere OBAFGKM e abbiamo imparato che questa rappresenta una sequenza in temperatura, dalle stelle più calde a quelle più fredde.

La differenza tra la magnitudine di una stella in un filtro (per esempio B) e la magnitudine della stessa stella in un altro filtro (ad esempio V), viene denominata indice di colore, ed è legata direttamente alla temperatura della stella e alla sua classe spettrale.



Primo incontro: "Imparare l'abc delle stelle"



Primo incontro: "Imparare l'abc delle stelle"

Normalmente, per poter comporre il diagramma colore-magnitudine, è necessario determinare la distanza delle stelle coinvolte, per passare dalla magnitudine apparente a quella assoluta.

Negli ammassi stellari aperti, le stelle sono nate tutte insieme da un'unica nebulosa. Si tratta di stelle coetanee e alla stessa distanza da noi. In questo caso, fare un diagramma colore-magnitudine è particolarmente facile, poiché la distanza interviene allo stesso modo per tutte le stelle, con una traslazione rigida del diagramma.

Negli ammassi aperti, quindi, possiamo osservare la sequenza principale molto facilmente. La sequenza appare interrotta in alto, poiché le stelle più massive e luminose terminano la loro vita rapidamente. Il punto di interruzione della sequenza principale, quindi, è utile per determinare l'età dell'ammasso aperto. Le stelle più vecchie vanno a popolare il ramo delle giganti rosse.

Secondo incontro: "Osservazione astronomica "

... di un ammasso stellare aperto



Il secondo incontro si è svolto all'Osservatorio Astronomico del Dipartimento di Fisica, il più grande all'interno di un campus universitario italiano.

Secondo incontro: "Osservazione astronomica "



Questo è dotato di un telescopio Celestron C-14 del diametro di 35 cm, con camera CCD SBIG ST2000XM 1600x1200, foccheggiatore e montatura robotica.

Secondo incontro: "Osservazione astronomica "

L'ammasso stellare aperto scelto per la misura è M11, nella costellazione dello Scudo, ben visibile all'epoca dell'incontro.

Per poter effettuare la misura del diagramma colore-magnitudine dell'ammasso aperto, è necessario acquisire immagini in filtro B e in filtro V.

Tuttavia, come spiegato agli studenti, le immagini "grezze" contengono un rumore additivo e un fattore moltiplicativo sul segnale astronomico.

Il rumore additivo è dovuto all'agitazione termica e quello moltiplicativo a difetti del sistema ottico.

Per poter accedere al segnale astronomico puro, quindi, è necessario acquisire anche immagini di calibrazione, che ci aiutino ad eliminare le fonti di rumore. Le immagini di Dark sono acquisite ad otturatore chiuso e con stesse condizioni di temperatura e tempo di esposizione di quelle grezze. Esse, quindi, contengono solo l'agitazione termica. Sottraendole da quelle grezze, ci liberiamo del rumore additivo.

Secondo incontro: "Osservazione astronomica "

Nel corso delle osservazioni, quindi, abbiamo acquisito anche le immagini di calibrazione con gli studenti e abbiamo avuto occasione di osservare anche altri oggetti astronomici visibili nel corso della serata, come Saturno, la nebulosa "Aquila" M16 e la galassia "Fuochi d'artificio" NGC6946.

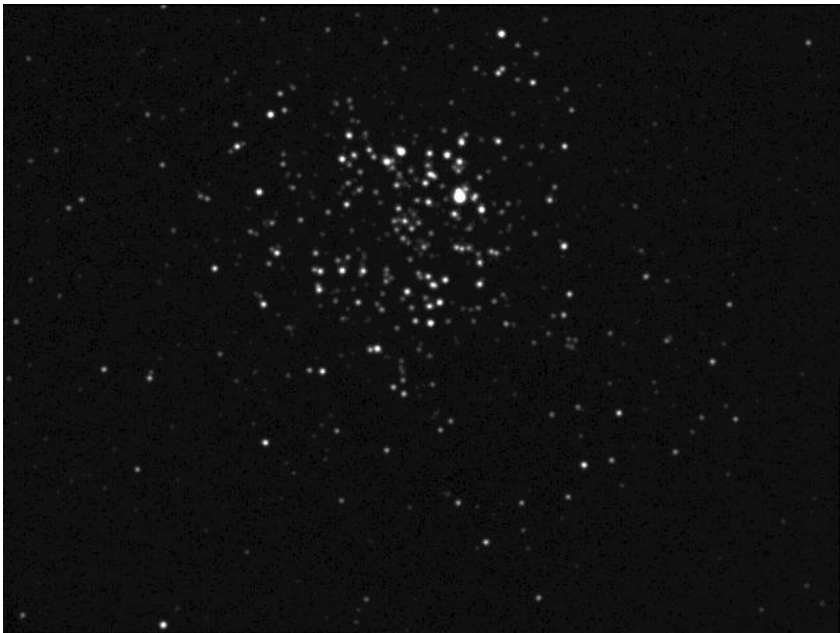


Terzo incontro: "Analisi delle immagini "

Il terzo incontro si è svolto di nuovo in aula, con lo scopo di analizzare le immagini acquisite nel corso del secondo incontro. Gli studenti hanno potuto vedere le immagini originali "grezze" e le immagini di calibrazione. Combinando queste immagini, abbiamo ottenuto le immagini "scientifiche", depurate dalle fonti di rumore additivo e moltiplicativo. Tali immagini sono state allineate tra loro attraverso il software CCDSoft.

Terzo incontro: "Analisi delle immagini "

Per ciascun filtro (B e V) avevamo 5 immagini a disposizione. Le abbiamo combinate attraverso un processo di media, che ha ulteriormente abbattuto il rapporto segnale/rumore. Abbiamo quindi ottenuto un'immagine definitiva in filtro B e una in filtro V.



M11 in filtro B



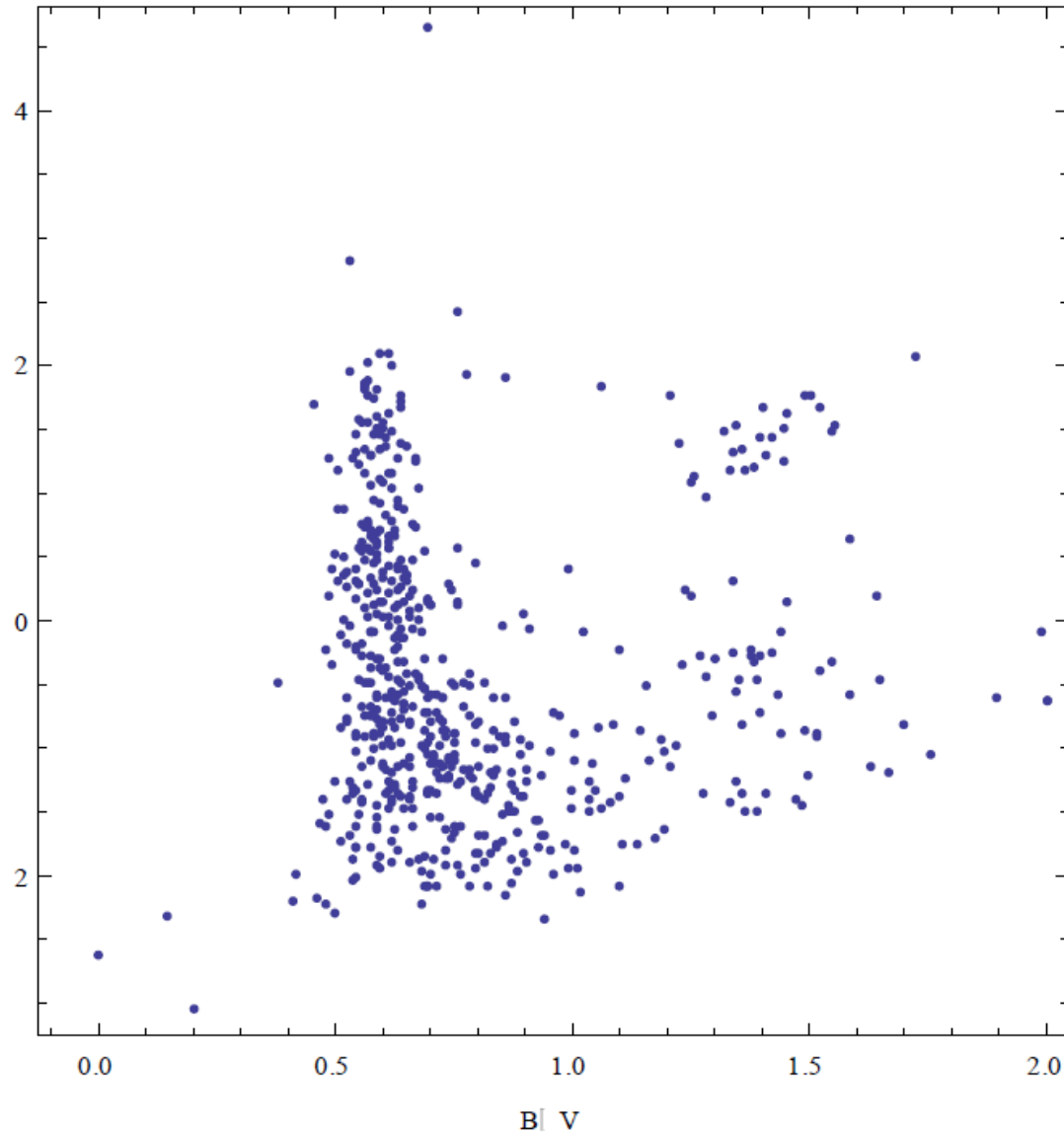
M11 in filtro V

Terzo incontro: "Analisi delle immagini "

Il software CCDSoft è in grado di riconoscere le stelle e misurarne il flusso con un algoritmo per la fotometria d'apertura. Il risultato è una tabella di testo (una per ciascun filtro) contenente le informazioni di tutte le stelle contenute nell'immagine disposte una per riga. Colonna per colonna abbiamo le coordinate x e y , la magnitudine strumentale, la larghezza e altro.

A questo punto, siamo passati al software Mathematica, strumento di calcolo simbolico e numerico largamente utilizzato in ambito scientifico. Gli studenti hanno così avuto un primo approccio con un ambiente di calcolo e alla scrittura di un semplice programma di analisi dati.

Terzo incontro: " diagramma colore-magnitudine "



Terzo incontro: " diagramma colore-magnitudine "

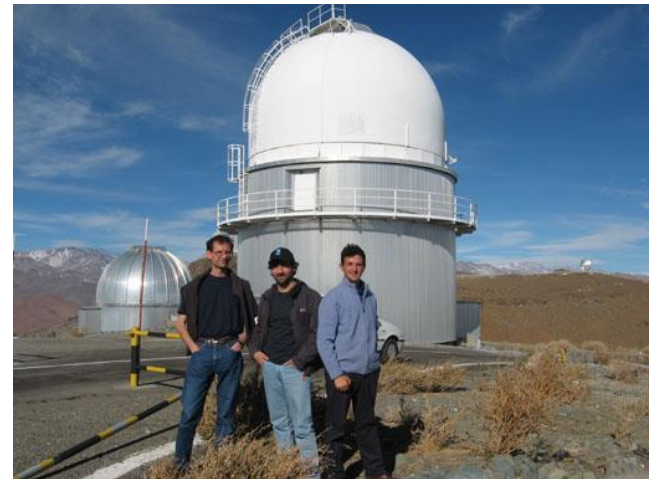
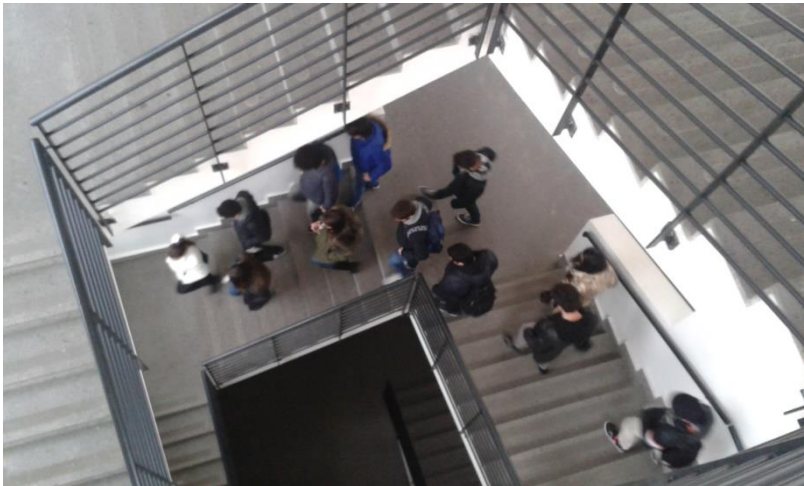
Nel diagramma così ottenuto è chiaramente riconoscibile la sequenza principale, il ramo delle giganti e, in basso a destra, una popolazione di stelle contaminanti non appartenenti all'ammasso aperto.

Abbiamo confrontato il risultato ottenuto con un diagramma dello stesso ammasso M11 ottenuto nel 2014 dalla survey ESO-VLT, riconoscendo esattamente le stesse popolazioni stellari.

Terzo incontro: " diagramma colore-magnitudine "

Gli studenti sono stati coinvolti nell'analisi attraverso numerose domande da parte del docente.

La partecipazione attiva ha suscitato un buon entusiasmo, con interessanti discussioni sulla fisica alla base della misura effettuata, l'importanza della programmazione per l'analisi dei dati e sul percorso professionale necessario per arrivare a condurre ricerca in ambito astrofisico.



Considerazioni didattiche

Divulgazione scientifica

L'Osservatorio astronomico dell'Università di Salerno è visitabile su prenotazione.

La visita all'Osservatorio dura circa due ore, con la ripresa degli oggetti astronomici osservabili (pianeti, Luna, galassie, nebulose, ...)

La visita è ristretta ad un numero massimo di 25 persone.

Prospettive

Ci stiamo preoccupando di strutturare una progettazione didattica per le visite fruibili anche dalle scuole

Progettazione di percorsi anche su curricula verticali (Unimi, Uniud, ...)

<http://www.fisica.unisa.it/GravitationAstrophysics/Observatory.htm>

Considerazioni didattiche

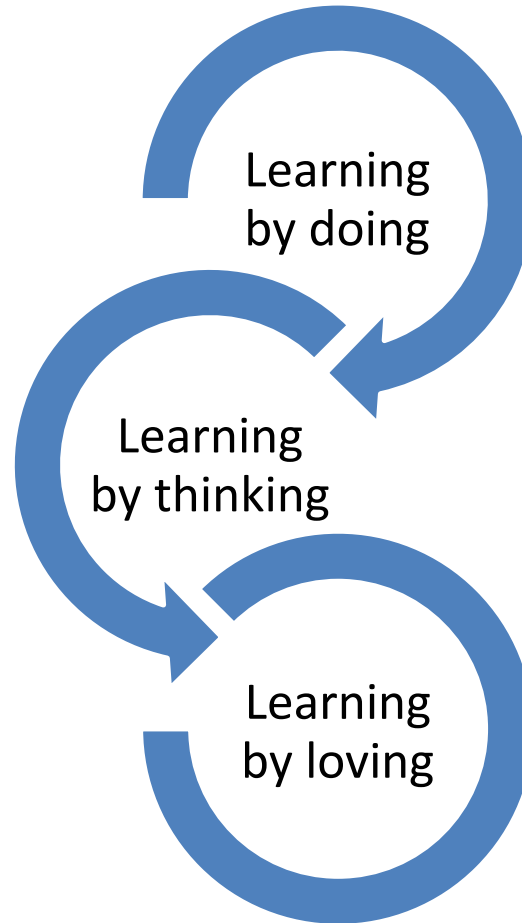
“Se ascolto dimentico, se vedo ricordo, se faccio capisco” Confucio

La sola osservazione senza una progettazione didattica non genera competenze

È necessario implementare una metodologia didattica che vada al di là del modello trasmissivo

Situated learning

Applied problem solving



Attivismo pedagogico

Didattica per competenze: occorre riflettere, pensare, acquisire consapevolezza delle azioni

Intelligenza affettiva: l'intelligenza, il pensiero, la stessa azione sono sempre sostenute dall'affettività