

L'AMMASSO APERTO DELLE PLEIADI

G. Iafrate^(a), M. Ramella^(a) e P. Padovani^(b)
(a) INAF - Osservatorio Astronomico di Trieste
(b) ESO - European Southern Observatory

Questo modulo didattico illustra la parallasse stellare, utile per determinare la distanza delle stelle, e la sequenza evolutiva di un ammasso aperto.

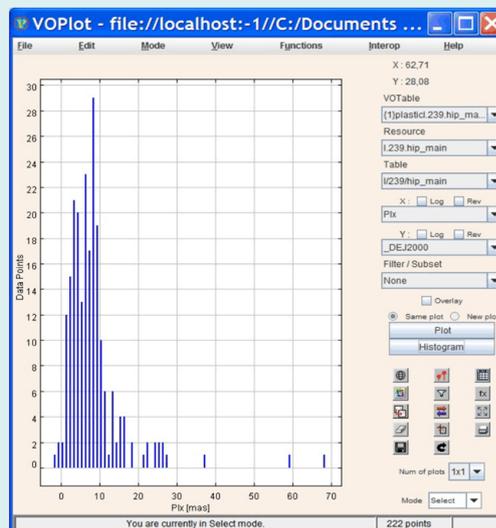
Informazioni e contatti: <http://vo-for-education.oats.inaf.it> - iafrate@oats.inaf.it

Parallasse stellare

La parallasse è l'angolo tra le direzioni (rispetto alle stelle sullo sfondo) nelle quali una stella vicina viene vista in due momenti diversi.

Grazie alla misura della parallasse gli astronomi possono ricavare la distanza delle stelle più vicine.

Aladin permette di caricare l'immagine di un ammasso aperto e un catalogo con i dati delle stelle. Poi, con VoPlot, è possibile costruire l'istogramma della parallasse delle stelle dell'immagine.



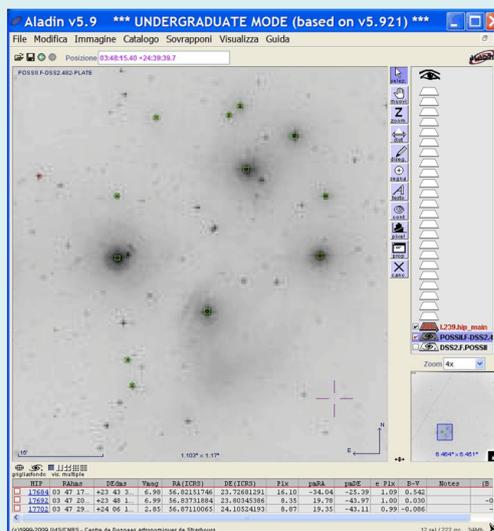
Osservando l'istogramma si vede che la parallasse dell'ammasso è circa 8-9 mas (millesimi di arcosecondo), e che ci sono sia molte stelle più distanti (parallasse minore) sia alcune più vicine (parallasse maggiore). Le stelle più vicine e più lontane non appartengono all'ammasso.

Diagramma HR

Gli ammassi aperti sono dei gruppi di stelle vicine tra loro, legate gravitazionalmente e che si muovono insieme nello spazio come un sistema unico. Gli ammassi aperti sono importanti per studiare l'evoluzione stellare, infatti tutte le loro stelle hanno avuto origine dalla stessa nube di gas: hanno tutte la stessa età, composizione chimica iniziale e distanza.

Aladin permette di costruire il diagramma colore – luminosità (diagramma HR) dell'ammasso, da cui si possono ricavare importanti informazioni sull'evoluzione delle stelle.

Guardando il diagramma HR delle Pleiadi si possono facilmente riconoscere la sequenza principale e la sua estensione che permette di determinare l'età dell'ammasso.



1 Introduzione

Gli ammassi aperti sono dei gruppi di stelle vicine tra loro, legate gravitazionalmente e che si muovono insieme nello spazio come un sistema unico. In un ammasso aperto le stelle sono abbastanza sparpagliate e circondate da nubi di gas.

Sono chiamati "aperti" per distinguerli dagli ammassi "globulari" che sono sferici e compatti. Nella Via Lattea sono stati individuati circa 300 ammassi aperti. Il più famoso e più facile da riconoscere è l'ammasso aperto delle Pleiadi, visibile a occhio nudo.

Gli ammassi sono importanti per studiare l'evoluzione stellare, infatti tutte le stelle di un ammasso hanno avuto origine dalla stessa nube di gas, quindi hanno tutte la stessa età e la stessa composizione chimica iniziale. Questo permette agli astronomi di ricavare utili informazioni sul

ruolo della massa delle stelle nell'evoluzione stellare. Infatti, tra le stelle di un ammasso, la massa è l'unico parametro che può variare.

In questo esempio illustriamo come utilizzare Aladin per visualizzare la parallasse delle stelle delle Pleiadi, utile per capire se una stella appartiene o meno all'ammasso, e poi costruiremo il diagramma colore-magnitudine di Hertzsprung-Russell per studiarne l'evoluzione.

2 La parallasse

Gli astronomi utilizzano la parallasse per ricavare la distanza delle stelle. La parallasse è l'angolo tra le direzioni in cui vediamo una stella vicina quando la osserviamo da due posizioni differenti, sia località diverse sulla Terra che posizioni

Il nostro progetto dipende dal vostro gradimento. Se avete trovato utile il materiale che abbiamo sviluppato vi preghiamo di riconoscerlo nei vostri lavori, scriverci una mail (iafrate@oats.inaf.it) o mettere un mi piace sulla nostra pagina Facebook (www.facebook.com/VOedu). Grazie!

diverse della Terra lungo la sua orbita attorno al Sole.

La parallasse è tanto più piccola quanto più la stella che si osserva è lontana. Per riuscire a misurare l'angolo di parallasse le due posizioni da cui si osserva la stella devono essere il più distanti possibile. Per questo motivo gli astronomi osservano le stelle da due punti opposti dell'orbita terrestre: calcolano la posizione delle stelle ogni 6 mesi, da due punti distanti 300 mila km uno dall'altro.

Gli astronomi utilizzano il "parsec" per misurare le distanze. Il parsec (parallasse secondo) corrisponde alla distanza a cui il raggio dell'orbita terrestre è visto sotto un angolo di un arcosecondo. Una stella alla distanza di 1 parsec ha una parallasse di 1 arcosecondo. Un arcosecondo è anche l'angolo sotto cui si vedrebbe un pallone da calcio a 46 km di distanza.

3 Evoluzione stellare

Il diagramma di Hertzsprung-Russel riporta la magnitudine assoluta delle stelle in funzione della loro classe spettrale. È uno strumento fondamentale per lo studio dell'evoluzione stellare: durante la loro vita le stelle si spostano lungo alcune linee del diagramma.

Costruire il diagramma di Hertzsprung-Russell delle stelle di un ammasso è vantaggioso perché possiamo utilizzare la magnitudine apparente e non quella assoluta, quindi non è necessario conoscere la distanza delle stelle.

Le stelle di un ammasso sono tutte alla stessa distanza da noi, sono nate tutte nello stesso momento e dalla stessa nube di gas. Hanno quindi tutte la stessa età e la stessa composizione chimica iniziale: la differenza di luminosità tra i membri di un ammasso dipende solo dalla massa delle singole stelle. Questo fatto rende gli ammassi molto utili per lo studio dell'evoluzione stellare.

Visualizzando il digramma di Hertzsprung-Russell di un ammasso si vede che la maggior parte delle stelle occupa una regione limitata del diagramma che viene chiamata "sequenza principale". Questo fatto indica che colore e luminosità sono correlati. Le stelle più massicce bruciano prima il loro combustibile nucleare e iniziano a muoversi verso una nuova regione nella parte in alto a destra del diagramma. Questa nuova regione è chiamata "ramo delle giganti". Le giganti sono stelle molto grandi e molto luminose, ma relativamente fredde. Gli astronomi usano il punto di fine della sequenza principale per calcolare l'età dell'ammasso.

Il diagramma di Hertzsprung-Russell è la base della nostra comprensione della struttura e dell'evoluzione stellare.

4 Aladin

Aladin è un atlante stellare interattivo sviluppato e mantenuto dal Centre de Données astronomiques di Strasbourg (CDS) per l'identificazione delle sorgenti astronomiche tramite l'analisi visuale di immagini di riferimento.

Aladin usufruisce dei database e dei servizi del CDS (database SIMBAD, cataloghi VizieR, ecc.), ed è progettato per essere utilizzato dagli astronomi professionisti, dagli astrofili, dagli studenti e dal pubblico generale.

Aladin permette all'utente di visualizzare immagini astronomiche digitalizzate di qualsiasi parte del cielo, di associare i dati delle tabelle e dei cataloghi astronomici del CDS e di accedere in modo interattivo alle informazioni e ai dati correlati da SIMBAD, NED, VizieR e altri archivi. Aladin è un'applicazione Java disponibile per il download qui: <https://aladin.u-strasbg.fr/java/Aladin9.0.jar>. In questo esempio utilizziamo Aladin nella configurazione *undergraduate* (sviluppata

nell'ambito del progetto europeo EuroVO-AIDA).

5 Caricare l'immagine delle Pleiadi

Aprire Aladin e passare alla modalità "undergraduate", dal menu

modifica -> preferenze dell'utente -> profilo -> undergraduate.

Riavviare Aladin per rendere effettive le modifiche.

Il nostro intento è studiare le caratteristiche delle stelle che appartengono alle Pleiadi. Iniziamo quindi con il caricare l'immagine dell'ammasso e un catalogo.

Aprire il pannello di selezione del server:

File -> Carica immagine astronomica -> Server delle immagini di Aladin.

Nel campo "oggetto" scrivere "pleiades".



NOTA: In questo esempio il simbolo del mouse indica che dobbiamo cliccare il pulsante indicato.

Selezionare l'immagine "POSS II J 6.5 x 6.5 deg".



POSS II è l'acronimo di Palomar Observatory Sky Survey: si tratta di una collezione di immagini digitalizzate di tutto il cielo visibile dall'emisfero settentrionale (declinazione da +90° a -27°), riprese dall'osservatorio di Monte Palomar. Tutte le immagini POSS II sono calibrate

astrometricamente, cioè sono assegnate delle coordinate a ogni loro punto.

Scegliamo poi il catalogo "The Hipparcos and Tycho Catalogues" che contiene anche i dati sulla parallasse delle stelle dell'ammasso delle Pleiadi, misurate dal satellite Hipparcos.

Nel pannello di selezione del server (fig. 1) (nella colonna di destra)



Fig. 1: Il pannello di selezione delle immagini e dei cataloghi di Aladin.

Nel campo "Autore, testo" scrivere "parallax".

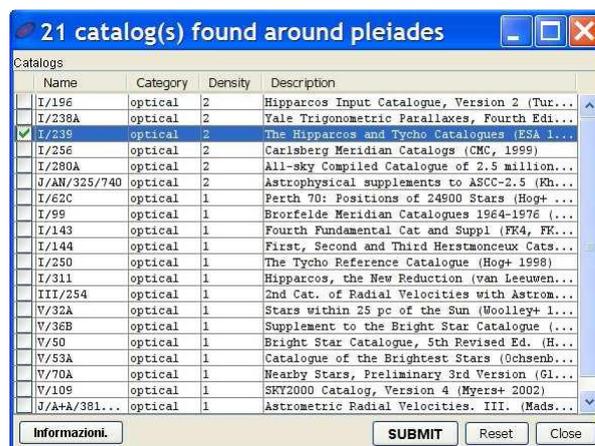


Fig. 2: L'elenco dei cataloghi disponibili in Aladin.

Il nostro progetto dipende dal vostro gradimento. Se avete trovato utile il materiale che abbiamo sviluppato vi preghiamo di riconoscerlo nei vostri lavori, scriverci una mail (iafrate@oats.inaf.it) o mettere un mi piace sulla nostra pagina Facebook (www.facebook.com/VOedu). Grazie!

Selezionare "I/239" (The Hipparcos and Tycho Catalogues - fig. 2) e tornare nella finestra di selezione del server. Nel campo "catalogo" compare "I/239", nel campo "Raggio" inserire "5 deg".



6 Creare l'istogramma della parallasse

Aprire VOPlot dal menu

Strumenti VO -> VOPlot.

Cliccare con il tasto destro sul piano del catalogo (in Aladin) e inviare i dati a VOPlot attraverso (fig. 3):

Invia le tabelle selezionate a -> VOPlot.

Spostarsi nella finestra di VOPlot (fig. 4).



Nel campo "X coordinate" selezionare "parallaxes" (plx) e impostare "bandwidth" = 1.

Compare il grafico in figura 5, che rappresenta l'istogramma della parallasse delle stelle presenti nell'immagine delle Pleiadi caricata in Aladin.

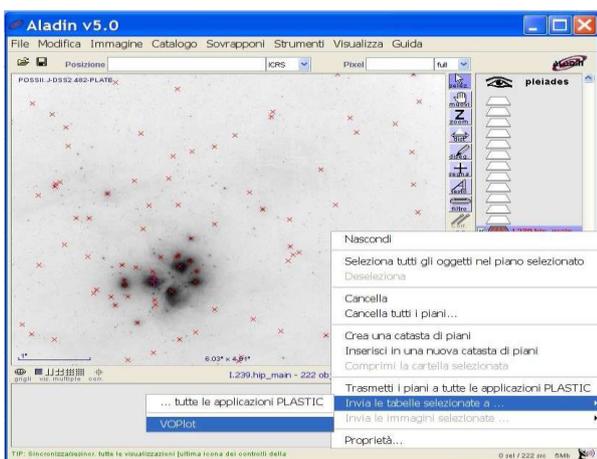


Fig. 3: Invio dei dati del catalogo a VOPlot.

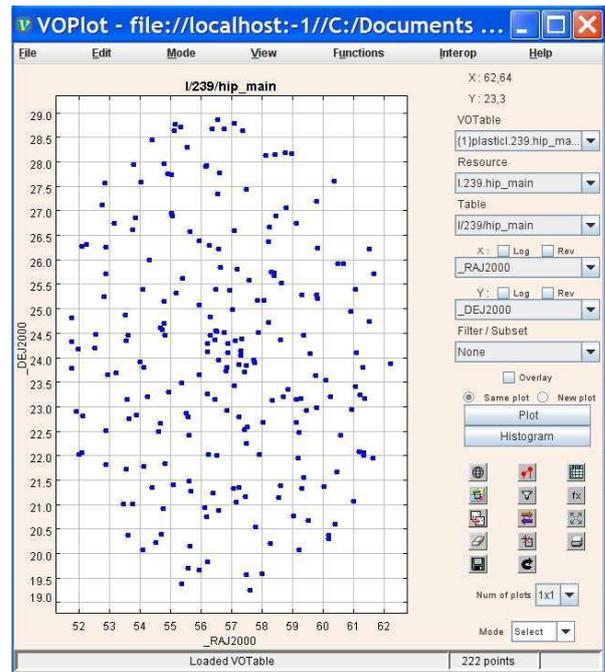


Fig. 4: Finestra principale dello strumento VOPlot.

Osservando il grafico si vede che la parallasse dell'ammasso delle Pleiadi è attorno a 8-9 mas (millesimi di arcosecondo), che ci sono sia molte stelle più distanti (parallasse minore) che alcune più vicine (parallasse maggiore). Il valore preciso della parallasse dell'ammasso delle Pleiadi è 8.46 ± 0.22 mas.

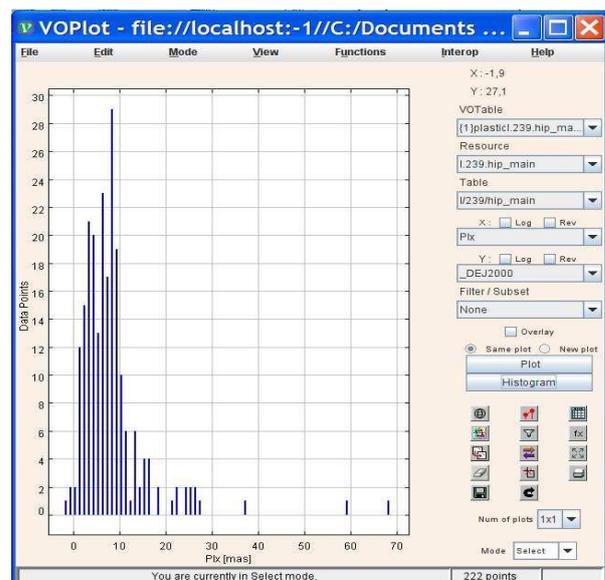


Fig. 5: Iistogramma della parallasse delle stelle nell'immagine delle Pleiadi.

Il nostro progetto dipende dal vostro gradimento. Se avete trovato utile il materiale che abbiamo sviluppato vi preghiamo di riconoscerlo nei vostri lavori, scriverci una mail (iafrate@oats.inaf.it) o mettere un mi piace sulla nostra pagina Facebook (www.facebook.com/VOedu). Grazie!

7 Visualizzare il diagramma di Hertzsprung-Russell

Per visualizzare correttamente il diagramma colore-magnitudine dobbiamo come prima cosa correggere i dati dall'arrossamento. Gli astronomi chiamano "colore" di una stella la differenza tra la sua magnitudine nel blu, ricavata da immagini effettuate con un filtro blu, e nel visibile: (B-V). La materia presente nell'Universo assorbe e diffonde maggiormente la luce blu di quella rossa. Questo effetto è chiamato arrossamento E(B-V) - vedi riquadro - poiché ci fa apparire le stelle più rosse di quanto lo siano in realtà.

Il colore osservato delle stelle deve quindi essere corretto per l'arrossamento. Per questo ammasso l'arrossamento ammonta a 0.04 mag:

$$(B-V)_0 = (B-V) - E(B-V) = (B-V) - 0.04.$$

Per correggere l'arrossamento aggiungiamo una nuova colonna al catalogo caricato in Aladin. Selezionare il piano del catalogo e aprire il menu *Catalogo -> Aggiungi come nuova colonna*

Nel campo "Nome" scrivere "(B-V)₀". Nel campo "Espressione" scrivere "\$ (B-V) - 0.04" (fig. 6).



Aggiungi una nuova colonna

Selezionare alcune stelle dell'immagine e osservare i dati della tabella che compare nella parte inferiore della finestra di Aladin.

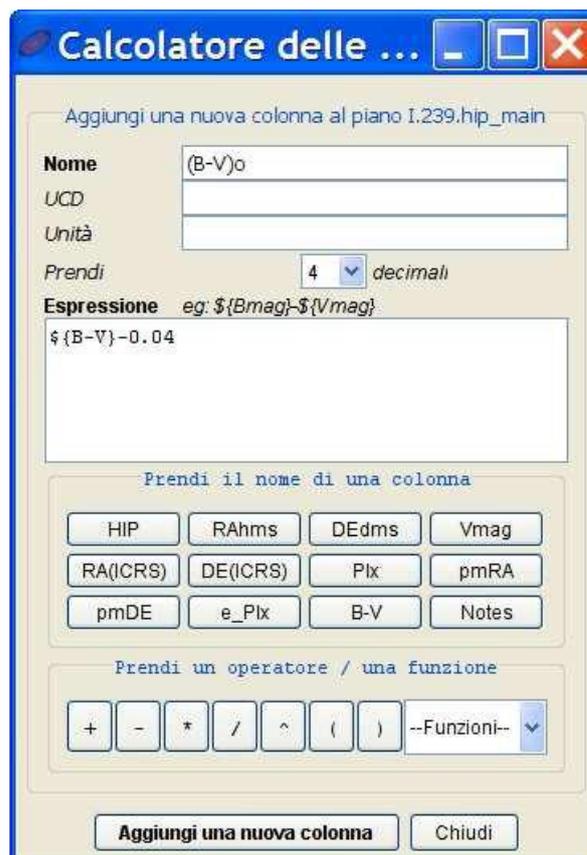


Fig. 6: Finestra per l'aggiunta di una nuova colonna a un catalogo.

Spostare la barra orizzontale a destra per vedere le ultime colonne della tabella: notare che compare la colonna (B-V)₀. Inviare il piano del catalogo a VOPlot, come fatto in precedenza (fig. 3) e spostarsi sulla finestra di VOPlot.

L'arrossamento

L'arrossamento è uno degli effetti della materia interstellare: la luce blu è diffusa e assorbita più della luce rossa. Di conseguenza l'indice di colore B-V (differenza tra la magnitudine in banda B e quella in banda V) aumenta. L'arrossamento è causato dai grani di polvere che compongono il mezzo interstellare, tra noi e le Pleiadi. I grani di polvere sono molto efficaci nell'assorbire e diffondere la luce di lunghezza d'onda paragonabile alle loro dimensioni: le lunghezze d'onda corte (luce blu) vengono assorbite e diffuse, mentre

quelle lunghe (luce rossa) attraversano indisturbate il mezzo interstellare.



Nel campo "X coordinate" selezionare "(B-V)₀". Nel campo "Y coordinate" selezionare "Vmag". Selezionare l'opzione "rev" dell'asse delle Y (fig. 7).



Plot

Nella finestra di VOPlot compare il diagramma HR per l'ammasso delle Pleiadi (fig. 7), in cui è facilmente riconoscibile la sequenza principale. Selezionando alcuni punti del grafico è possibile evidenziare le stelle corrispondenti nell'immagine caricata in Aladin.

Mode -> select mode

Selezionare alcune stelle tracciando un rettangolo che le racchiude, l'invio delle informazioni ad Aladin avviene tramite il menu di VOPlot

Interop -> Show Objects in -> Aladin

Per vedere se le stelle di alcune zone del diagramma appartengono o meno all'ammasso delle Pleiadi dobbiamo selezionarle e poi guardare in Aladin i dati sulla loro parallasse.

Selezionare i punti in alto a sinistra del grafico (le stelle più luminose), inviarle ad Aladin e notare che corrispondono alle stelle centrali dell'ammasso delle Pleiadi (fig. 7). Dai dati della tabella in Aladin si vede che la loro parallasse è 8-9 mas, quindi appartengono all'ammasso.

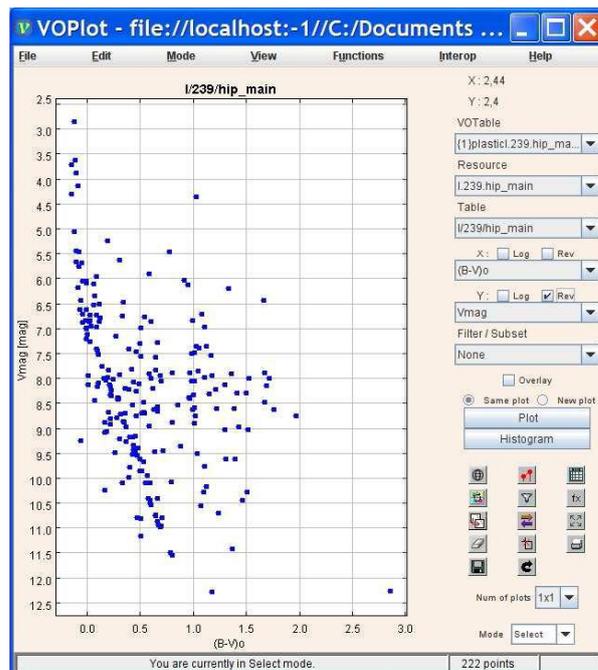
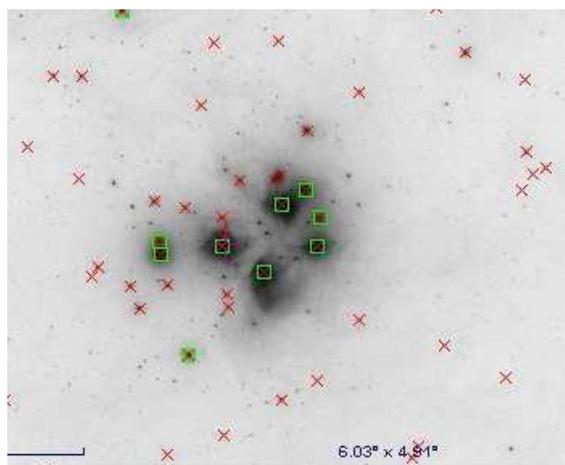


Fig. 7: Diagramma di Hertzsprung-Russell per l'ammasso delle Pleiadi.

Ora selezionare i punti in basso a destra del grafico (le stelle meno luminose) e notare che nell'immagine in Aladin corrispondono a stelle che si trovano al bordo del campo. Guardare nella tabella le informazioni sulla parallasse: si tratta per lo più di stelle più distanti (parallasse < 8 mas) e solo alcune di queste sono vicine (parallasse > 8 mas).



Il nostro progetto dipende dal vostro gradimento. Se avete trovato utile il materiale che abbiamo sviluppato vi preghiamo di riconoscerlo nei vostri lavori, scriverci una mail (iafrate@oats.inaf.it) o mettere un mi piace sulla nostra pagina Facebook (www.facebook.com/VOedu). Grazie!