Costruire ed usare un quadrante

Attività didattica laboratoriale per le classi delle Scuole Primarie e Secondarie di Primo Grado

Luigi A. Smaldone *(Planetario di Caserta, Università degli Studi di Napoli "Federico II")*
Pietro Di Lorenzo (*Planetario di Caserta, Museo "Michelangelo" Caserta)*

Il **quadrante** è un antico strumento di misura degli angoli verticali utilizzato in astronomia sin dall'Antichità anche se non abbiamo notizie certe ed affidabili su come fossero realizzati (struttura, materiali, graduazioni etc.) e quali fossero le procedure di misura usate.

Si sa per certo, però, che gli studi sulle posizioni relative delle stelle e sul loro incessante moto apparente intorno alla Terra furono sviluppati con accuratezza estrema sin dalle civiltà sumera, babilonese ed assira. Nacquero corposi **cataloghi stellari**, contenenti le misure delle posizioni (latitudine e longitudine) e di luminosità apparente di ogni stella. Probabilmente, proprio confrontando le misure angolari della posizione della stella Spiga (costellazione della Vergine) da egli stesso prese con quelle tramandate dalle generazioni precedenti (e probabilmente risalenti a circa 7 o 8 secoli prima), il grande astronomo Ipparco di Nicea *(Nicea, 190 a.C. – Rodi, 120 a.C.)* nel 130 a.C. si accorse che la stella si era "mossa" di circa 11°.

La misura fu cruciale per ipotizzare la **precessione degli equinozi** dovuta al moto millenario dell'asse di rotazione terrestre.

L'**astrolabio**, costruito sulla base delle scoperte di Tolomeo (II sec. d. C.) e descritto fin dal VII sec. d. C. (Giovanni Filopono), fu uno dei successi scientifici e tecnologici della cultura araba, strumento principe dell'astronomia e della geodesia medievali per la misura di angoli. Grazie all'astrolabio e all'attività degli astronomi arabi, alla corte di Alfonso X "il Saggio", re di Castiglia e Leon nel 1252 fu realizzato un catalogo di stelle (noto come "**tavole alfonsine**") che aggiornava e migliorava le misure riportate nell'Almagesto di Claudio Tolomeo (Pelusio, 100 circa – 175).

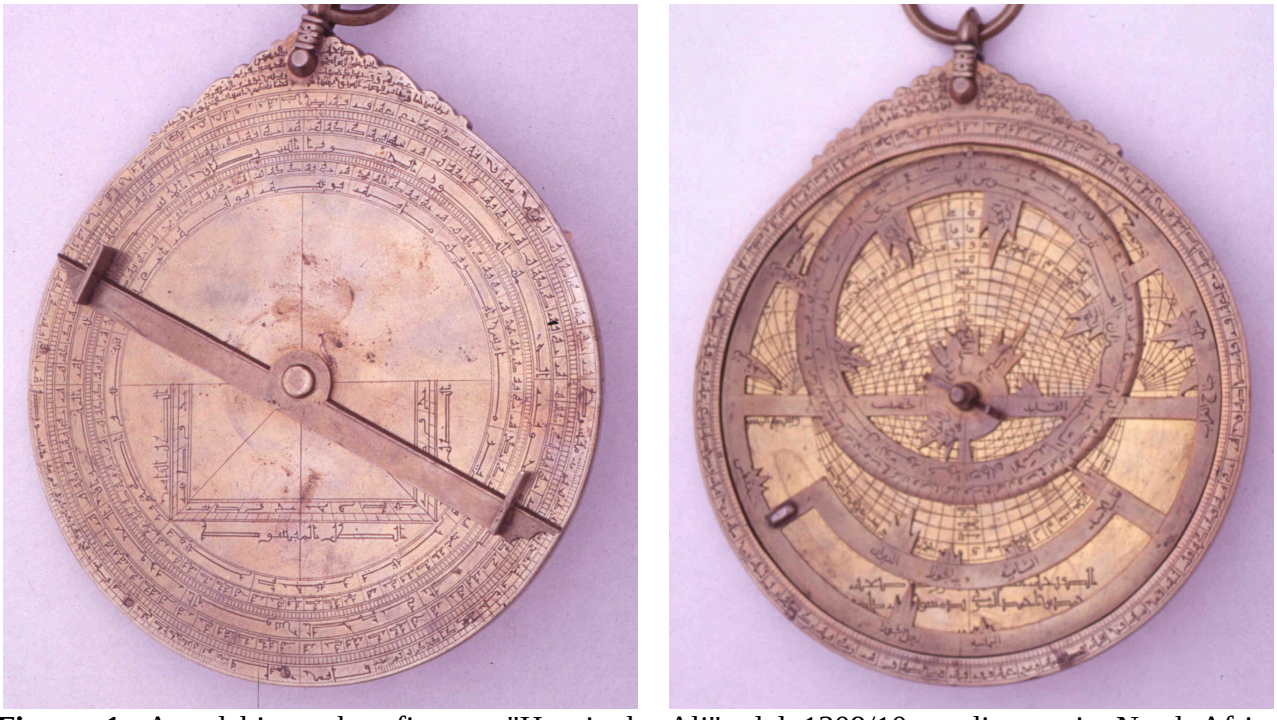


Figura 1. Astrolabio arabo, firmato "Husain b. Ali", del 1309/10, realizzato in Nord Africa (Cambridge, Whipple Museum of the History of Science)

La riduzione dell'astrolabio ad un solo quarto di cerchio diede origine al cosiddetto **quadrante** (quadrans), documentato dal X sec. (ms. 255 di Ripoll), poi trasformato ai primi del sec. XIII e infine definitivamente modificato da Jacob ben Machir ibn Tibbon detto Don Profiat alla fine del 1200.

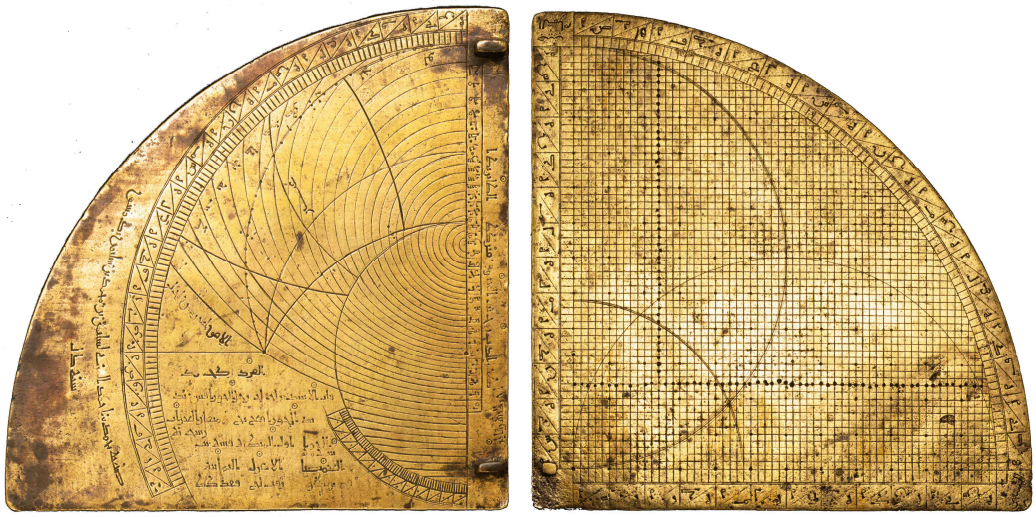


Figura 2. Quadrante arabo realizzato in Siria (Damasco), nel 1329-1330, Copenagen, David Musem

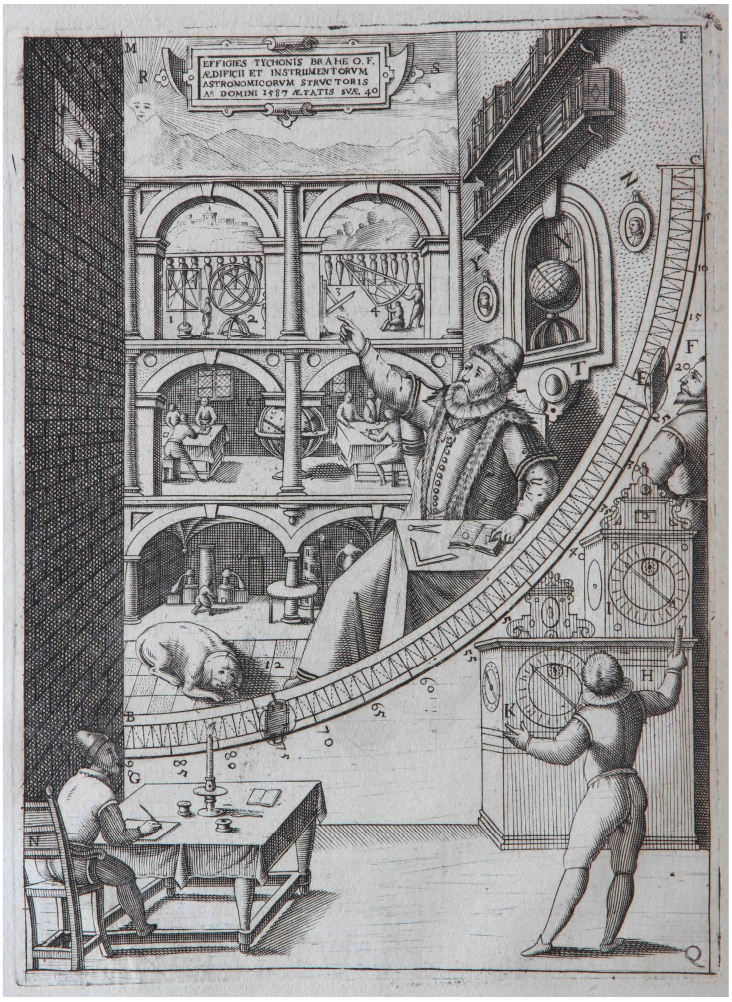


Figura 3. Il grande quadrante di Brahe nel 1587 (da T. Brahe, Astronomiae instauratae, 1598)

Un enorme quadrante in muratura fu ideato e fatto costruire dall'astronomo **Ticho Brahe** nel 1576 ad Uraniborg in Danimarca (fu distrutto nel 1601). Grazie alle grandi dimensioni della struttura (probabilmente 15 m di altezza), Brahe poté sfruttare una graduazione molto accuratamente suddivisa, il che gli consentì di ottenere un catalogo di posizioni di stelle (pianeti, Sole etc.) molto preciso ed accurato delle "tavole alfonsine". Sfruttando, analizzando ed elaborando i dati misurati da Brahe, **Johannes Kepler** già nel 1609 riuscì a formulare le prime due delle tre celebri leggi che spiegano il moto dei pianeti intorno al Sole.

Attività laboratoriale

Destinatari: IV, V anno scuola primaria; I e II media (attività indicate con l'asterisco *)

Descrizione: Osservare il cielo notturno e diurno e provare a misurare l'altezza delle stelle più luminose e del Sole. Misurare l'altezza massima del Sole. Disegnare il percorso apparente delle stelle e del Sole (*).

Concetti: Stelle, Sole, altezza massima degli astri, moto apparente delle stelle e del Sole (*), rotazione della Terra.

Ciclo di apprendimento: Osservare, disegnare, confrontare, costruire, ragionare.

Materiali: fogli bianchi formato A4, 2 fogli formato A3 o bristol, matite, penne, un foglio di multistrato (di spessore tra i 3 e i 5 mm) oppure un cartone piuttosto spesso e rigido, goniometro, una canalina da impianto elettrico o una cannuccia grande o un tubicino in plastica, un pezzettino di carta trasparente opaca, un pezzettino di carta lucida perfettamente trasparente (sufficienti a ricoprire con ampi margini il vano del tubo), taglierino, forbici, coppia di squadrette, colla, nastro adesivo (meglio se del tipo per impianti elettrici), un cordino o del filo di nailon da pesca, un piombino da pesca o un piccolo peso, un chiodino. In caso di supporto in legno, occorre un seghetto alternativo elettrico o una sega manuale.

Tempi: 1 ora per la realizzazione del quadrante. La singola misura dell'altezza di una stella o del Sole si effettua in 1 minuto. Per ricostruire il percorso apparente di un astro (Sole o stelle) nel cielo, notturno o diurno occorrono almeno un ventina di punti. Per esempio, per il Sole dalle 9.30 alle 17.30, con misure dell'altezza ogni 20' circa. del cielo notturno che è lasciata come attività individuale indipendente (salvo volerla organizzare collettivamente ….). Una intera notte di misure (casomai organizzata per turni di 2 ore). Specie per gli allievi delle primarie è consigliabile tenere in date differenti la costruzione del quadrante con la presa delle misure e, soprattutto, con l'interpretazione dei dati e la discussione dei risultati.

Prerequisiti: Angoli piani, misura di angoli, verticalità, orizzontalità, angoli retti, angoli congruenti, percorso rettilineo della luce.

Modello: Ogni studente costruisca autonomamente il quadrante seguendo le istruzioni qui riportate. Prendere un quadrato di circa 40 cm di lato. Fissare il vertice del quadrante, puntare un chiodino in prossimità del vertice, e disegnare (utilizzando un cordino incernierato nel chiodino e con una matita fissata all'estremità) un arco di circonferenza di 35 cm circa. Ritagliare (col taglierino o con le forbici) il cartone o segare il foglio di multistrato per ricavare la superficie del quadrante.

Ripetere l'operazione su 2 fogli formato A3 o su cartoncini bristol, così da ricavare due quadranti

uguali da applicare con la colla sulle superfici. Su uno dei quadranti, con l'aiuto di un goniometro centrato nel vertice del quadrante, è necessario riportare le divisioni principali della graduazione, più lunghe e marcate, ogni 10°, le divisioni secondarie, ogni 5°, le suddivisioni, ogni grado.

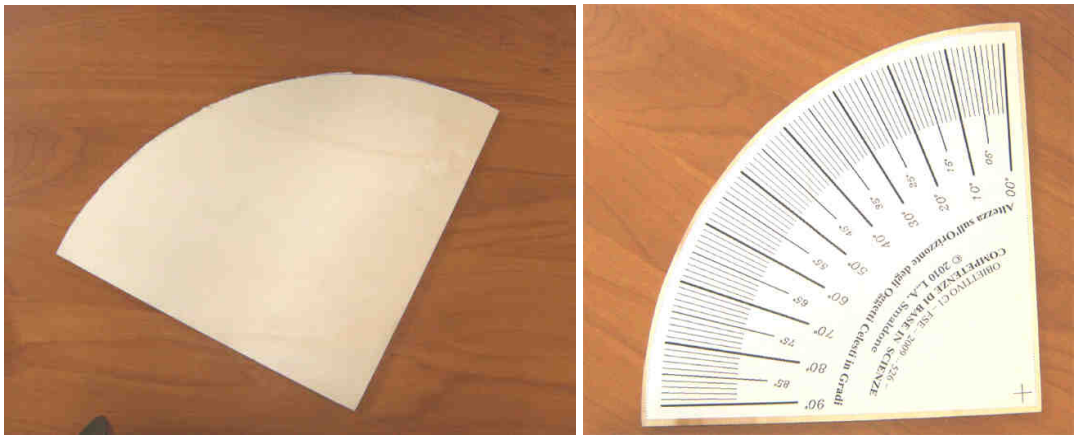


Figura 4. Tagliare il supporto del quadrante sul foglio di cartone spesso o di multistrato (a sinistra) e disegnare il quadrante sul foglio ed applicarlo

Se si sceglie di realizzare una graduazione antioraria (cioè crescente in senso antiorario, opposto al moto delle lancette dell'orologio) dovrà essere applicata sulla faccia laterale del quadrante. Applicare, mediante un po' di colla universale il tubo di collimazione (se si ha una canalina da impianto elettrico, si possono facilmente recuperare anche due suoi supporti, da avvitare al legno).

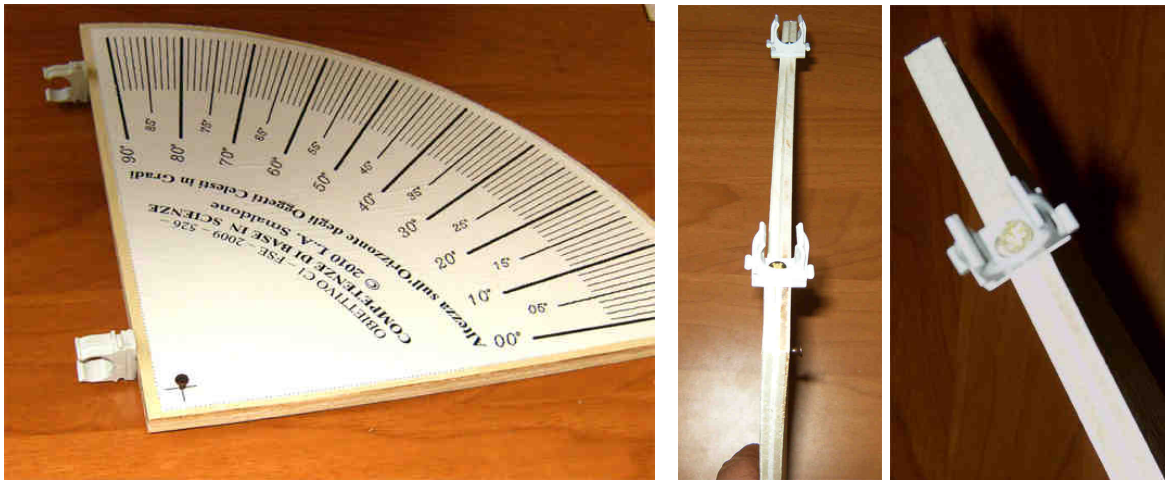
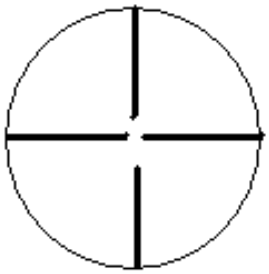


Figura 5. Posizionare le eventuali guide di sostegno del tubo di collimazione.

La canalina andrà applicata parallelamente al lato che riporta l'indicazione "90°". Nel vertice geometrico della graduazione (quello individuato dai prolungamenti delle divisioni principali poste a 0° e a 90°) posizionare un chiodino nel supporto di legno o forare il cartone per far passare il filo di sospensione del peso.



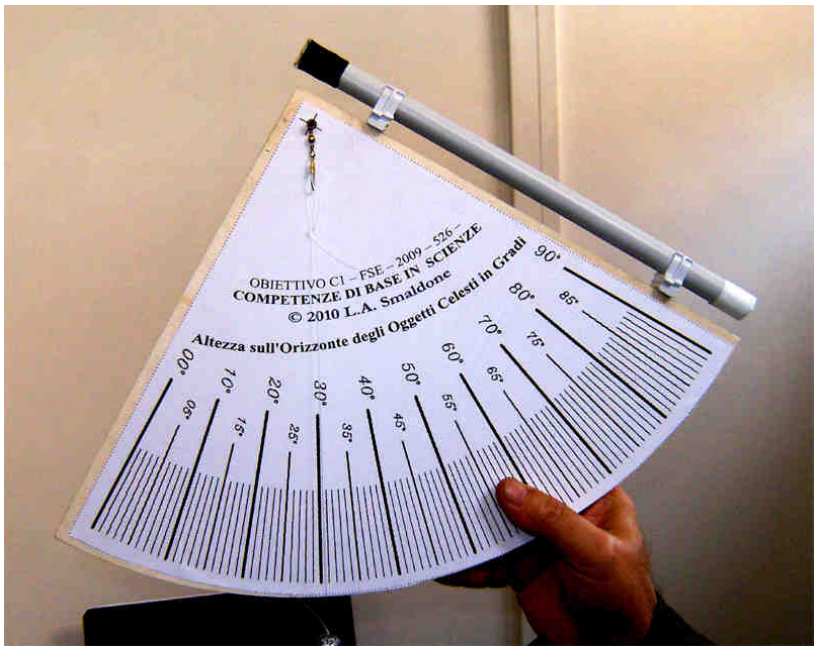


Figura 6. A sinistra il crocicchio di puntamento da posizionare sull'oculare del tubo di collimazione; a destra il quadrante completo.

Tagliare un po' di carta lucida trasparente, un po' più grande del tubo, disegnare grossomodo la circonferenza delle dimensioni, tracciare a penna quattro piccoli segmenti (disposti a croce, a 90°) che partono dalla circonferenza ma che si arrestano prima del centro. Sagomare il pezzo di carta lucida sull'estremità del tubo verso l'osservatore (quella sulla verticale dello 0°, avvolgerla di nastro adesivo gommoso. Ripetere l'operazione con l'altra carta, quella opaca e solo in parte trasparente.

L'altra faccia del quadrante potrà essere decorata a piacere, con le istruzioni per l'uso, le costellazioni più facili da osservare, il logo della scuola, il nome del bambino, la data dell'esercitazione etc.

Figura 7. L'altra faccia del quadrante.

Esperimenti.

Attività 1: misurare l'altezza di una stella o del Sole.
Attenzione!!! Nel caso di attività col Sole, verificare di aver posto il "filtro" dietro al tubo di puntamento prima di accostare l'occhio alla canalina. Sono sufficienti pochi decimi di secondo di osservazione diretta della luce solare per danneggiare irrimediabilmente la vista!! Posizionare il quadrante in modo che le superfici laterali siano verticali: la condizione di verticalità è verificata quando la superficie su cui è ancorato il filo a piombo è parallela alla direzione materializzata dal filo a piombo stesso. Curare che ogni studente "scelga" la propria stella (o almeno che si abbiano le misure di 5 o 6 stelle diverse. Tutti devono puntare alla stella Polare). Individuata approssimativamente la zona del cielo di interesse, collimare (cioè puntare) verso la stella o il Sole utilizzando la canalina di guida per la visione. Migliorare il puntamento utilizzando il crocicchio disegnato su carta trasparente posto davanti all'ingresso della canalina (dove entra la luca) e, nel caso del Sole, anche il "filtro" dalla parte della canalina a cui si accosta l'occhio. Completata l'operazione di collimazione, curando di tenere il quadrante ben fermo, bloccare con la mano il filo a piombo contro la superficie del quadrante. Leggere il valore.

Attività 2. Altezza massima del Sole.
Attenzione!!! Nel caso di attività col Sole, verificare di aver posto il "filtro" dietro al tubo di puntamento prima di accostare l'occhio alla canalina. Sono sufficienti pochi decimi di secondo di osservazione diretta della luce solare per danneggiare irrimediabilmente la vista!! Si ripetano ogni 15 minuti le misure di cui all'attività 1, tra le 10.30 e le 13.30 (ora solare) oppure tra le 11.30 e le 14.30 (ora legale), riportando i dati in una tabella a due colonne, una per registrare l'orario, l'altra per riportare l'altezza in gradi. La ripetizione dell'attività il giorno successivo consente di riportare sul terreno, con buona approssimazione, la direzione Sud-Nord. Infatti, allo stesso orario (circa le 12 dell'ora ufficiale solare o le 13 dell'ora solare), il Sole raggiungerà nuovamente la massima altezza. Segnare sul terreno la direzione verso cui è puntato il quadrante.

Attività 3. Percorso apparente diurno del Sole.
Attenzione!!! Nel caso di attività col Sole, verificare di aver posto il "filtro" dietro al tubo di puntamento prima di accostare l'occhio alla canalina. Sono sufficienti pochi decimi di secondo di osservazione diretta della luce solare per danneggiare irrimediabilmente la vista!! Si ripetano ogni 20 minuti le misure di cui all'attività 1, tra le 9.30 e le 17.30. Sarebbe meglio se si potesse iniziare al sorgere del Sole sull'orizzonte libero del luogo e terminare al tramonto del Sole sull'orizzonte libero del luogo (colline, alture, alberi e case permettendo!). Annotare orario ed altezza del Sole.

*** Attività 4. Percorso apparente notturno di una stella.**
Scegliere una stella facilmente individuabile nel cielo per disposizione (per esempio una delle stelle della cintura di Orione) o per luminosità apparente (Sirio, Arturo, Capella, Vega, Rigel etc.). Si curi di scegliere una stella visibile per tutta la notte o quasi (per esempio Sirio o Rigel d'autunno e d'inverno e Arturo, Capella, Vega in primavera). Si ripetano ogni 20 minuti le misure di cui all'attività. Sarebbe meglio se si potesse iniziare al tramonto del Sole e terminare al sorgere del Sole sull'orizzonte libero del luogo (colline, alture, alberi e case permettendo!). Curare che ogni studente "scelga" la propria stella (o almeno che si abbiano le misure di 5 o 6 stelle diverse). Annotare orario ed altezza della stella.

Discussione:
E' opportuno farla, se possibile, in data successiva alla costruzione del quadrante e alla presa dei dati. Casomai, riprendendo sinteticamente la procedura di misura e avendo davanti il quadrante

utilizzato.

Cercate di attivare la discussione e, poi, di incanalarla per portarli a formalizzare il concetto misura dell'altezza dall'orizzonte delle stelle o del Sole.

Provare a far disegnare in un semplice grafico l'altezza del Sole. Sull'asse orizzontare si metterà il tempo (quindi l'orario di misura), su l'asse verticale, l'altezza in gradi dall'orizzonte. All'orario (interpolato) della massima altezza (interpolata) il Sole passa sul meridiano del luogo.

Porre loro le domande.

[Se si è ripetuta la misura dell'altezza del Sole ad almeno 2 o 3 orari differenti dello stesso giorno]. *L'altezza del Sole cambia? Come cambia (aumenta sempre, diminuisce, aumenta e poi diminuisce….). Che forma ha la curva?*

La mia stella ha la stessa altezza di tutte le altre stelle?

* *Tutte le misure delle stella Polare sono uguali? Se non, da cosa dipende?* Qui il discorso si può incanalare sul fatto che ogni misura è ineludibilmente affetta da un errore sperimentale, dovuto alle operazioni di misura, all'operatore, allo strumento. Quello che si ottiene per le misure è una stima. La media aritmetica di tutte le misure effettuate (cioè la somma dei valori delle misure diviso il numero delle misure stesse) è la stima migliore.

[Se si è ripetuta la misura dell'altezza della stessa stella, alla stessa ora in due o tre notti a distanza di qualche settimana]. *L'altezza della mia stella, alla stessa ora, è sempre la stessa? Tutte le notti? La stella*

A che ora si misura l'altezza massima del Sole sull'orizzonte? Quindi, se non ho un orologio, posso sapere che ore sono misurando l'altezza del Sole …..

**Perché l'altezza massima non capita esattamente alle 12 (cioè a mezzogiorno)? * La direzione corretta del Sud (o Mezzogiorno) è quella che mi dà il Sole se lo guardo quando l'orologio (verificato perfettamente sincrono all'ora nazionale) riporta le ore 12? Se non, perché?*

* Se c'è la possibilità, organizzare l'attività in "gemellaggio" con una scuola, di pari grado e classe, di un'altra località italiana o europea distante almeno 400 km più a Nord o più a Sud, e più ad Est (Friuli Venezia Giulia o province di Lecce e Brindisi) o più ad Ovest (Piemonte, Sardegna, province di Trapani e Palermo etc.), concordando la data e l'orario delle misure, così che siano grossomodo simultanee (nell'ordine di precisione dei minuti…). *Nello stesso giorno, alla stessa ora l'altezza del Sole è uguale in tutti i luoghi? Se non, da cosa dipende?*

Pubblicato il 09/05/2013 sul sito www.planetariodicaserta.it