



Costruire ed usare uno gnomone

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*)

1

Il moto apparente del Sole e delle stelle è stato, fin da tempi remoti, sfruttato per misurare il tempo. Certamente prima dell'inizio del Neolitico (intorno al 10000 a.C. nel Vicino Oriente), quando l'uomo cominciò a vivere in forma stanziale, allevando animali e coltivando piante, l'alternanza di/notte era ben nota, anche nelle sue variazioni stagionali di durata del dì; dalla consapevolezza dell'alternanza delle stagioni nacque la scansione del calendario.

La parola "gnomone" in greco antica indica proprio la conoscenza. Era, quindi, un po' il simbolo del sapere. Sin dall'antichità lo gnomone fu l'elemento centrale, verticale o non, delle meridiane, gli orologi solari. Probabilmente, gli obelischi egizi (il più antico risale al 2345-2333 a.C.) oltre a simboleggiare il dio Ra (il Sole) ebbero la funzione pratica di gnomone.



Figura 1. Obelisco egizio del faraone Psammetico II (595 – 589 a.C.), Roma, piazza Montecitorio

La **meridiana** fu il più antico e preciso dispositivo di misura del tempo nell'intervallo diurno cioè in presenza della luce del Sole. Il principio di funzionamento dello gnomone è semplice. Il Sole, nel suo moto apparente nel cielo (ogni giorno diverso, però) proietta la sua luce anche verso la Terra, illuminando ogni oggetto. Gli oggetti interrompono il fascio di luce proveniente dal Sole creando le "ombre" (che quindi sono zone di assenza totale o parziale di luce). La variabilità del moto apparente del Sole (in altezza e orientamento), nel corso del dì e dell'anno, fa sì che l'ombra abbia lunghezza ed direzione differente. Lo gnomone era collocato su un piano (orizzontale o verticale a seconda dei casi) detto "quadrante". La divisione del quadrante con opportune linee serviva ad indicare le ore (ovviamente solo se c'è la luce del Sole!), al passaggio dell'ombra.



Ma, ogni giorno, al mezzogiorno locale (cioè quando il Sole raggiunge la massima altezza sull'orizzonte) l'ombra ha lunghezza minima e la sua direzione si dispone sulla direttrice Nord-Sud. E, infatti, *meridianus* in latino significava mezzogiorno. La strana curva chiusa, a forma di otto allungato, che l'ombra disegna sul quadrante alla stessa ora di ogni giorno si chiama **analemma** (che in greco significa “base della meridiana”).

I calendari solari "materiali" (il più celebre è quello di Stonehenge, 2300 a.C.) risalgono alla tarda età del Bronzo, ma bisogna attendere il Nuovo Regno in Egitto per ritrovare le prime meridiane (quella conservata al Staatliche Museum di Berlino è datata al 1300 a.C.).



Figura 2. Quadrante di meridiana, Staatliche Museum di Berlino, datata al 1300 a.C.

Testimonianze archeologiche (tavolette di Mul-Apini, 800 a.C. ca) attestano in area babilonese l'uso diffuso di meridiane; al periodo immediatamente successivo risale una delle fonti letterarie più antiche, il miracolo del Sole di Isaia nella Bibbia (Secondo libro dei Re, 20, 8-11), databile al IX sec. a.C.

Erodoto (Alicarnasso, 484 a.C. - Thurii, 425 a.C.), il grande storiografo greco, la riteneva già nota nelle civiltà egizia e babilonese, riconoscendo ad Anassimandro di Mileto (VI sec. a.C.) la sua introduzione nel mondo greco. Secondo Plinio il Vecchio (*Naturalis historia*, scritta tra il 23 e il 79 d.C.) la meridiana nell'agorà di Sparta (non ritrovata neanche archeologicamente) fu costruita nel 560 a.C. da Anassimene, discepolo di Anassimandro.

L'introduzione della meridiana nel mondo latino avvenne per il tramite del console L. Papirius Cursor, quando (293 a.C) fu posta nei pressi del tempio di Quirino a Roma una meridiana presa ai Sanniti. La meridiana latina più famosa fu quella dell'*Horologium Augusti* anticamente posizionata a Roma nel Campo Marzio, (l'obelisco era egizio, preso ad Eliopoli, dove l'aveva innalzato il faraone Psammetico II; oggi è a piazza Montecitorio). A Pompei ed Ercolano furono trovate meridiane portatili.

Note persino tra le popolazioni germaniche dell'Alto Medioevo (salterio di Tiberio al British Museum e meridiane del VIII sec. a Escomb, Durham e a Daglingworth), le meridiane conobbero un nuovo grande momento di splendore nel Rinascimento, soprattutto in funzione di controllo



dell'occorrenza dei solstizi dopo la riforma del calendario promossa nel 1582 da papa Gregorio XIII.



Figura 3. Meridiana tardo rinascimentale, Cambridge, Chiesa di St. Botolph, 1614.

Quindi, prima dell'invenzione degli orologi meccanici (i primi furono costruiti e messi su torri e campanili delle città europee circa 700 anni fa) e ancora fino al XIX secolo, seguire l'evoluzione diurna dell'ombra del Sole fu l'unico sistema per misurare lo scorrere del tempo.

L'ombra proiettata su un piano orizzontale da uno stilo, da un bastone (lo gnomone appunto) conficcato verticalmente al terreno si muove seguendo gli spostamenti del Sole. Più è alto il Sole più corta è l'ombra (per dettagli didattici ed esperienze sulle ombre, si veda la scheda "Ombre, storie di luce" disponibile in questa sezione del sito www.scientiamagistra.altervista.org alla sezione "materiali corso"). Quindi, ogni giorno, l'ombra raggiunge la lunghezza minima in direzione Nord-Sud. E, allora, lo gnomone o la meridiana sono anche ottimi e pratici strumenti per l'**orientamento**.



Figura 4. Meridiana orizzontale, Reggia di Caserta, soglia della finestra dello studiolo di Ferdinando IV, realizzata da Bonaventura Bandieri (1818): a sinistra aperta; a destra col coperchio chiuso (da N. Severino, Il tempo regale di Ferdinando II, maggio 2007).



Sin dall'Antichità la spiegazione fisica delle ombre aveva attirato l'attenzione degli studiosi ed, in particolare, se ne era tratta utilità per la misura del tempo. La propagazione diretta della luce, indispensabile a spiegare la formazione delle ombre, apre il trattato sull'Ottica di Euclide (Gela, 323 a.C. - Alessandria d'Egitto ?, 285 a.C.).

Nel Medioevo l'astronomo e matematico arabo Abu Yusuf Ya'qub ibn Ishaq al-Kindi noto in Occidente come Alchindus (801 ca - 866 o 873), spiegò la formazione delle ombre come interruzione dei fasci di luce diffusi da un oggetto nel suo trattato noto nella traduzione latina *De aspectibus*. Inoltre, fissò la similitudine tra il triangolo d'ombra e quello visuale dell'oggetto. Biagio Pelacani (Costamezzana, Parma, metà sec. XIV - Parma, 1416) nel suo popolare trattato *Questiones super perspectivam* ricondusse la formazione delle ombre ai principi di stereoscopia (quindi di proiezione) già enunciati da Tolomeo; inoltre, propose e risolse problemi astronomici e altimetrici.

Attività laboratoriale

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

Descrizione: Osservare le ombre. Le ombre si muovono se si muove l'oggetto che genera l'ombra o si muove la sorgente di luce. Se la sorgente di luce è ferma, la forma e la lunghezza dell'ombra di un oggetto dipendono dalla geometria e dalle dimensioni dell'oggetto. Se l'oggetto è fermo e la sorgente di luce si muove, l'ombra cambia in forma e in lunghezza. Disegnare su un foglio il percorso tracciato dall'estremità dell'ombra di una matita illuminata muovendo una lampada o una torcia (prima solo orizzontalmente o solo verticalmente, poi con un moto "composto" orizzontale e verticale simultaneo). Disegnare su un foglio il percorso tracciato dall'estremità dell'ombra proiettata dalla matita illuminata dal Sole. Individuare la direzione in cui si proietta l'ombra più corta.

Concetti: Sole, luce, moto rettilineo della luce, ombra, movimento dell'ombra del 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, una cannuccia grande o un tubicino in plastica (10-12 cm di lunghezza), colla, nastro adesivo, torcia elettrica o lampadina, righello di lunghezza 3-4 volte quello del tubicino di plastica.

Tempi: 10' per la realizzazione del modello di gnomone e 50' di sperimentazione. Specie per gli allievi delle primarie è consigliabile tenere in date differenti la costruzione del modello di gnomone e la presa delle misure con l'interpretazione dei dati e la discussione dei risultati. * Per l'attività all'aperto occorre un piccolo bastone (40-50 cm) da mantenere grossomodo verticale mediante una base (un barattolo di latta o un piccolo scatolo di cartone appesantiti con delle pietre) e una nastro metrico avvolgibile (rollina, circa 2 m). Se il cortile è pavimentato con asfalto o piastrelle servirà un pezzo di gesso; se è in terra battuta o in erba, una ventina di bastoncini da conficcare nel terreno.

Prerequisiti: verticalità, orizzontalità, angoli retti, percorso rettilineo della luce.

Modello:

Poggiare su un banco o su altro supporto un tubicino di plastica o una cannuccia di plastica, fissandolo al banco col nastro adesivo in posizione grosso modo verticale. Come sorgente di luce si userà la torcia elettrica o la lampadina, eventualmente da schermare parzialmente (con un pezzetto di carta o di cartone) per rendere il fascio di luce più stretto e meno diffuso.

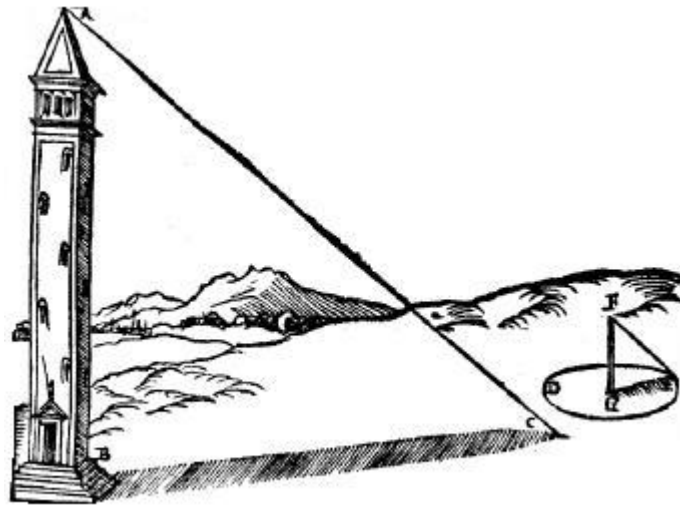


Figura 5. Formazione dell'ombra di un campanile e di un bastone (da S. Belli, *Quattro libri di geometria*, 1595).

Esperimenti.

La gran parte delle attività è di maggiore efficacia se svolta in un'aula parzialmente o totalmente oscurata dalla luce, così da enfatizzare sia il ruolo della sorgente di luce dell'esperimento (lampadina o torcia elettrica) sia la formazione dei coni d'ombra che essa genera.

Attività 1: Formazione dell'ombra.

Posizionare la torcia spenta in prossimità dello gnomone, puntata verso di esso, a circa 10 cm. Chiedere se esiste già l'ombra. Se la risposta è affermativa significa che l'aula non è abbastanza oscurata. Se non si vedono ombre, chiedere di accendere la torcia. Descrivere l'ombra. Allontanare e avvicinare la torcia. Osservare l'ombra e descrivere cosa accade. Far notare, di passaggio, che se non c'è la luce della sorgente non solo non c'è l'ombra ma lo gnomone non è illuminato.

Attività 2. Movimento semplice (scomposto) dell'ombra al movimento della sorgente.

Con la torcia in prossimità dello gnomone (ma non puntata su esso), puntata parallelamente allo spigolo corto del banco su cui è poggiato lo gnomone. Muovere la torcia parallelamente al piano del banco. Osservare e descrivere cosa accade. Posizionare la torcia puntandola sullo gnomone. Muoverla in direzione verticale parallelamente a sé stessa. Descrivere cosa accade.

Attività 3. Ombra di un corpo in movimento a sorgente luminosa artificiale ferma.

Per questa attività è indispensabile la collaborazione tra due studenti. Uno manterrà la torcia ferma l'altro sposterà un oggetto (una matita per esempio) nel cono di luce proiettato dalla torcia. Osservare l'ombra e descrivere cosa accade. Scambiarsi i ruoli.

*** Attività 4. Ombra di un corpo in movimento illuminato dalla luce del Sole.**

Per questa attività è indispensabile la collaborazione tra due studenti che, a turno, svolgeranno i ruoli di "apparato strumentale" e di "sperimentatore". Alla luce diretta del Sole (già abbastanza alto, così da avere ombre corte, accortezza utile soprattutto in inverno) lo studente "sperimentatore" osservi e descriva l'ombra del compagno che si muove passeggiando. L'esperimento può essere fatto in classe utilizzando una torcia. Uno dei due studenti manterrà la torcia ferma, l'altro sposterà un oggetto (una matita per esempio) nel cono di luce proiettato dalla torcia. Descrivere cosa accade all'ombra. Scambiarsi i ruoli.



Attività 5. Movimento dell'ombra come simulazione del moto diurno apparente del Sole.

Per questa attività è indispensabile la collaborazione tra due studenti che, a turno, svolgeranno i ruoli di "apparato strumentale" (simulerà il Sole ed il suo moto) e di "sperimentatore". Il moto diurno apparente del Sole, visto dalla Terra, traccia una curva che è un arco di circonferenza. Posizionare un foglio sul banco in prossimità dello gnomone e fissarlo col nastro adesivo (così da evitare spostamenti involontari). Lo studente con funzione di "Sole" provi a simulare il moto diurno del Sole, partendo con la torcia da una altezza inferiore di quella del piano del banco (ma all'esterno del piano stesso!) e muovendola lentamente verso l'alto ed in orizzontale (lungo una curva con massimo verso l'alto), fino a riportare la torcia ad una distanza pari a quella di partenza ma da parte opposta rispetto allo gnomone. Osservare il movimento dell'ombra. E' consigliabile, dopo un primo "giro" di prova, organizzare delle "soste" nel moto del "Sole" artificiale (almeno 10 nell'arco del moto apparente) così che lo studente sperimentatore possa disegnare con calma. Osservare l'ombra e descrivere cosa accade. Segnare sul foglio le posizioni raggiunte dall'ombra. Misurare la lunghezza dell'ombra, tracciare la direzione in cui si verifica la lunghezza minima. Scambiarsi i ruoli.

*** Attività 6. Movimento dell'ombra di un bastone al moto diurno apparente del Sole.**

Il moto diurno apparente del Sole, visto dalla Terra, traccia una curva che è un arco di circonferenza. Posizionare lo gnomone in un punto del cortile ben illuminato dal Sole, non raggiunto da ombre e che abbia abbastanza spazio nella direzione Nord. Iniziare l'esperimento verso le 9. Segnare la posizione raggiunta dall'estremità dell'ombra col marcatore (gesso sul pavimento o bastoncino conficcato nel terreno). Misurarne la lunghezza dalla base dello gnomone all'estremità, riportando i dati in una tabella a due colonne, una per registrare l'orario, l'altra per riportare il valore misurato della lunghezza dell'ombra. Ripetere ogni 15 minuti queste azioni fino alle 13.30 (ora solare) oppure tra le 10.30 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. Segnare sul terreno la direzione verso cui si verifica la lunghezza minima dell'ombra: è la direzione Sud-Nord. Il Nord sarà nel verso in cui si proiettano le ombre, il Sud dalla parte opposta, nella stessa direzione. Guardando verso Sud, a sinistra a 90° ci sarà Est e a destra, a 90°, ci sarà Ovest.

Discussione:

E' opportuno farla, se possibile, in data successiva alla costruzione dello gnomone e alla presa dei dati. Casomai, riprendendo sinteticamente l'esperienza ed avendo davanti lo gnomone utilizzato.

Cercate di attivare la discussione e, poi, di incanalarla per portarli a formalizzare il concetto di ombra e di variazione di lunghezza dell'ombra della torcia e quindi del Sole.

Porre le domande.

Se la torcia è spenta c'è l'ombra?

Se muovo la torcia, l'ombra si muove?

Come si muove l'ombra se alzo la torcia (mantenendola puntata verso lo gnomone)? Si allunga o si accorcia? Cambia la forma dell'ombra? E se muovo la torcia in orizzontale?

** Cambia l'intensità (contrasto o oscurità) dell'ombra se allontanano o avvicinano la torcia allo gnomone?*

Simulando l'alba, il culminare e il tramonto del Sole con il moto della torcia, che forma ha la curva



disegnata dalle estremità dell'ombra?

* *A che ora si misura l'altezza massima del Sole sull'orizzonte? Quindi, se non ho un orologio, posso sapere che ore sono misurando la lunghezza dell'ombra proiettata dal bastone illuminato dalla luce del Sole: così funzionano le meridiane!*

* *Perché la lunghezza minima dell'ombra 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 di misura all'aperto delle ombre del bastone 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 lunghezza del bastone, la esatta verticalità rispetto al suolo (con un filo a piombo), la data e l'orario delle misure, così che siano grossomodo simultanee (nell'ordine di precisione dei minuti...). Nello stesso giorno, alla stessa ora la lunghezza dell'ombra del bastone illuminato dal Sole è uguale in tutti i luoghi? Se non, da cosa dipende?*

* *Per i ragazzi di scuola media un'affascinante ed appassionante lettura è lo splendido racconto di Adalbert von Chamisso: La meravigliosa storia di Peter Schlemihl (Peter Schlemihls wundersame geschichte, 1814)*



Figura 6. Illustrazione da A. von Chamisso: Peter Schlemihls wundersame geschichte, 1814.

* *Per i ragazzi di scuola media l'attività può essere collegata alle proprietà di similitudine geometrica e alla loro applicazione per la misura indiretta di distanza (cfr. Museo Michelangelo, sezione "De arte mensoria" e "Il Giardino della macchine matematiche", www.musemichelangelo.altervista.org).*

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