

## LA TERRA NEL SISTEMA SOLARE

### Fare Scienza alla Secondaria di Primo Grado

di Nadia Correale \*

*Un percorso realizzato in collaborazione con Maria Micheletti docente di Matematica e Scienze nella classe III A della Scuola Secondaria di primo grado "Matteo Ricci" di Milano, tra febbraio ed aprile dell'a.s. 2011-2012. Il percorso è centrato sulla realizzazione di un modello materiale Terra-Sole-Luna, costruito artigianalmente con gli studenti, per studiare i moti di rotazione e rivoluzione della Terra e della Luna. Facendo incontrare figure significative della storia dell'astronomia.*

\* Docente di Matematica e Scienze alla Secondaria di primo grado, attualmente frequenta l'ultimo anno del dottorato di ricerca presso l'Università degli Studi di Bergamo

L'attività descritta è stata discussa nel Gruppo di Ricerca "Educare Insegnando", promosso dall'Associazione "Il rischio educativo"

Prima di descrivere il percorso vale la pena ricordare quali sono i presupposti dell'impostazione di un percorso scientifico da cui non si può prescindere per non impoverire la proposta dal punto di vista formativo. Scrive a questo proposito l'insegnante della classe Maria Micheletti:

«Credo sia importante che le attività si sviluppino a partire da una domanda semplice e mirata che scaturisce osservando una situazione o un fenomeno, per esempio l'alternanza delle stagioni. In questo caso, chiedendo ai ragazzi - perché ci sono le stagioni? - ci si rende conto che la risposta non è affatto scontata ma che richiede tra l'altro lo studio del moto di rivoluzione della Terra e l'uso del linguaggio matematico in particolare della goniometria.»

Partire da una domanda stimola gli studenti a formulare ragionamenti in modo ordinato in base a osservazioni nuove e a conoscenze pregresse. Con questa impostazione può essere educato un corretto approccio scientifico evitando di ridurre il metodo a una procedura. Infatti la formulazione delle ipotesi, caratteristica del metodo scientifico, nasce dal desiderio di capire la realtà in cui ci si imbatte, andando a fondo di una specifica problematica che si decide di affrontare. L'avventura della conoscenza non può che partire da questo desiderio di soddisfare la propria curiosità intesa come una delle esigenze elementari costitutive di ogni persona. In questo senso il compito primario del docente è quello di risvegliare le domande negli studenti e guidarli a esplicitarle. Annota Maria Micheletti: «Accade spesso che esse siano come sopite e non più spontanee nei ragazzi, per tantissime ragioni. Sicuramente mi rendo conto che durante le lezioni a volte, per paura di *andare fuori tema* o di *non concludere ciò che ho programmato*, tendo a classificare con troppa fretta le domande dei ragazzi in *pertinenti* e *non pertinenti*, senza avere la pazienza di capire la domanda vera che a volte si nasconde dietro un intervento poco chiaro. Così favorisco quella tendenza che hanno gli alunni di questa età a non farsi provocare, convincendosi così, in modo non del tutto consapevole, che non sia interessante e bello indagare la realtà.»



**Le fasi del percorso osservativo**

*Il modello*

L'insegnante insieme con i ragazzi ha costruito un modello «materiale» del sistema Terra-Luna-Sole con mezzi poveri (mappamondo che si muove su un vassoio girevole, posizionato su uno *skate-board*, una fascia di alluminio che rappresenta l'orbita terrestre, vasi di plastica, aste di ferro filettate; cemento a presa rapida; calamite; fili di elastico giallo per simulare i raggi del Sole; lampada da terra e faretto di luce polarizzata come sorgente della luce solare).

Diversi sono i vantaggi offerti da questo modello rispetto a quelli presenti in commercio; in particolare è possibile osservare bene l'alternanza delle stagioni, le eclissi di Sole e di Luna e le fasi lunari; questo grazie alle dimensioni del modello e all'utilizzo di una fonte di luce che permette di individuare chiaramente sia le ombre che si formano sulla Luna e sulla Terra durante i loro moti di rotazione e rivoluzione, sia l'inclinazione dei raggi solari sulla Terra alle diverse latitudini.



Fotografia del modello Terra-Luna-Sole

*Dal quaderno di uno studente*

**La rotazione terrestre**

Ai poli della Terra nel nostro modello sono stati applicati due fili di ferro che rappresentano l'asse terrestre. In questo modo si osserva bene che l'asse terrestre è inclinato di 67 gradi rispetto all'eclittica. La Terra gira attorno all'asse terrestre durante il suo moto di rotazione.

Abbiamo posizionato un bastoncino in corrispondenza dell'Italia e abbiamo osservato le ombre che si formano sul globo terrestre. Per osservare l'ombra del bastoncino è stato utilizzato un faretto che simula il Sole. La Terra si muove in senso anti-orario, perciò da Ovest verso Est (per questo vediamo sorgere il Sole a Est e tramontare a Ovest). In ogni momento del giorno c'è una parte della Terra che è illuminata e una che non lo è. La delimitazione di queste due zone lungo la circonferenza di tutto il globo terrestre si chiama circolo di illuminazione e nel modello è rappresentata da una fascia di metallo, che segue la curvatura della Terra in senso trasversale. Abbiamo poi immaginato che il bastoncino fosse un «omino» a cui piace osservare il cielo. Quando si sveglia il Sole sorge a Est e la sua ombra è in direzione opposta. Al ruotare della Terra attorno al Sole, l'ombra si accorcia fino ad arrivare a mezzogiorno quasi sotto i suoi piedi (scompare del tutto al solstizio d'estate). Quando tramonta il Sole l'«omino» vedrà le stelle muoversi eccetto una: la stella polare.

*Le stagioni*

Utilizzando il modello si è osservato che dall'inclinazione dell'asse terrestre rispetto alla perpendicolare al piano dell'eclittica dipende sia il fatto che il circolo di illuminazione (ovvero la parte di superficie terrestre illuminata) non passa dai poli; sia il fatto che i raggi del sole ai due poli, ai due tropici e all'equatore sono diversamente inclinati nei due equinozi e nei due solstizi (cioè nei giorni in cui hanno inizio le quattro stagioni). Tale inclinazione è stata misurata dai ragazzi col goniometro (ipoteticamente nell'ora di mezzogiorno) ai due tropici, ai poli e all'equatore nei due equinozi e nei due solstizi. Gli studenti hanno avuto modo di rendersi conto concretamente di quello che avviene durante il moto di rivoluzione della Terra e perciò è stato possibile sradicare l'errata convinzione molto diffusa secondo cui l'alternanza delle stagioni sia dovuta alla diversa distanza del Sole dalla Terra.

*Dal quaderno di uno studente*

**Il moto di rivoluzione della Terra e l'alternarsi delle stagioni**

Per mostrare il moto di rivoluzione della Terra abbiamo utilizzato il modello Terra-Sole. Il mappamondo, che rappresenta la Terra (fissato su un piedistallo di metallo appoggiato su uno *skate-board*) viene fatto muovere su una rotaia di ferro che rappresenta la traiettoria della Terra intorno al Sole, denominata eclittica. L'eclittica ha la forma di un'ellisse poco schiacciata (si dice con bassissima «eccentricità»). Il Sole nel nostro modello ha forma cilindrica per poter mostrare che i raggi di luce (rappresentati dagli elastici gialli) che arrivano sulla Terra sono fra loro paralleli.

Il moto di rivoluzione avviene in 365 giorni, il nostro anno solare.

Le stagioni che si susseguono durante l'anno hanno inizio in quattro giorni particolari dell'anno: nel solstizio d'estate e d'inverno e nell'equinozio di primavera e di autunno. Abbiamo compreso che le stagioni ci sono a causa del movimento di rivoluzione della Terra e dell'inclinazione dell'asse di rotazione della Terra. Usando il nostro modello abbiamo osservato cosa succede in questi giorni, ipoteticamente nell'ora di mezzogiorno.

**Le fasi lunari**

In un secondo momento l'insegnante ha spiegato le fasi lunari simulando il moto di rivoluzione della Luna sempre con il modello materiale e individuando le sue quattro principali posizioni rispetto alla Terra e al Sole.

Si è compreso così il motivo per cui la Luna appare illuminata in modo crescente fino a diventare *piena*, e illuminata in modo decrescente, fino a non essere più visibile (*nuova*).

*Dal quaderno di uno studente*

**Le fasi lunari**

Le fasi lunari sono generate dal moto di rivoluzione della Luna attorno alla Terra. Muovendo la Luna del nostro modello abbiamo potuto osservare cosa accade. Prima di tutto abbiamo scoperto che noi possiamo osservare la Luna perché essa viene illuminata dal Sole. Infatti, essendo un satellite, non può emettere luce propria come invece fanno le stelle. Però la Luna è ben visibile solo di notte perché durante il dì la luce del Sole è troppo intensa. Il suo moto di rivoluzione avviene in 27 giorni terrestri circa. Poiché la Luna nel frattempo ruota anche intorno al proprio asse nello stesso tempo (1 giorno lunare è uguale a 27 giorni terrestri) succede che essa rivolge verso la Terra sempre la stessa faccia. La parte di Luna che non osserviamo mai è quella più esposta a meteoriti. Per questo motivo le fotografie scattate dai satelliti mostrano molti più crateri. Anche l'orbita della Luna, come quella terrestre, è di forma ellittica ed è inclinata di 5 gradi rispetto all'eclittica.



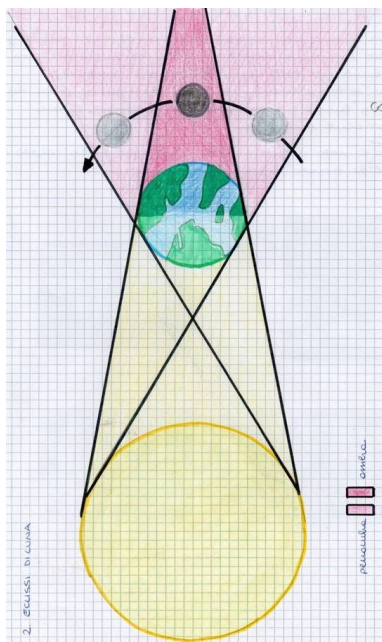
Fotografia del modello Terra-Luna

Descriviamo ora le quattro fasi lunari:

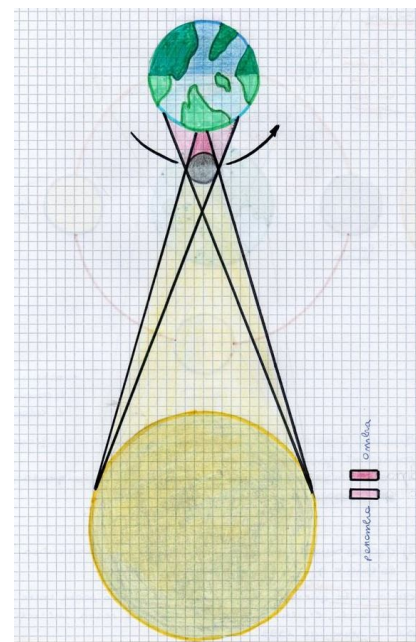
- Luna nuova: la Luna non si vede, si trova tra la Terra e il Sole.
- Mezza Luna (crescente): è illuminata per metà.
- Luna piena: è completamente illuminata, si trova dal lato della Terra opposto al Sole.
- Mezza Luna (calante): è illuminata per metà.

**Le eclissi**

Infine si sono osservati anche le eclissi di Luna (quando la Terra è situata tra il Sole e la Luna) e di Sole (quando è la Luna a frapporsi tra il Sole e la Terra adombrando il Sole).



Eclissi di Luna (disegno dei ragazzi)



Eclissi di Sole (disegno dei ragazzi)



**I movimenti apparenti del Sole**

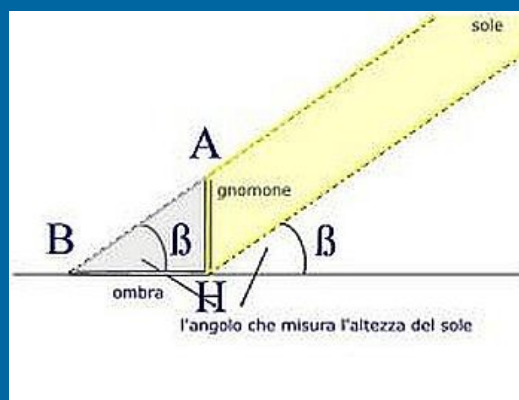
Abbiamo osservato e misurato la variazione della lunghezza dell'ombra di un ago fissato sul modello della Terra durante il moto di rivoluzione attorno al Sole in un dato momento dell'anno, nel nostro caso l'equinozio di primavera. Tale osservazione viene confrontata in seguito con quella effettuata nell'equinozio di primavera misurando la lunghezza dell'ombra di una penna illuminata da una lampada che simula il movimento apparente del Sole. Durante questa attività si è potuto anche mostrare cosa accade nell'equinozio di autunno e nei solstizi. Infatti si può osservare la variazione della lunghezza e dell'inclinazione dell'ombra in corrispondenza della diversa traiettoria del Sole al susseguirsi delle stagioni.

In alternativa si sarebbero potute eseguire osservazioni e misure all'aperto relative all'ombra di un'asta, posta nel giardino della scuola, illuminata dal Sole. Queste osservazioni hanno consentito di verificare la correttezza del modello Terra-Sole-Luna.

*Dal quaderno di uno studente*

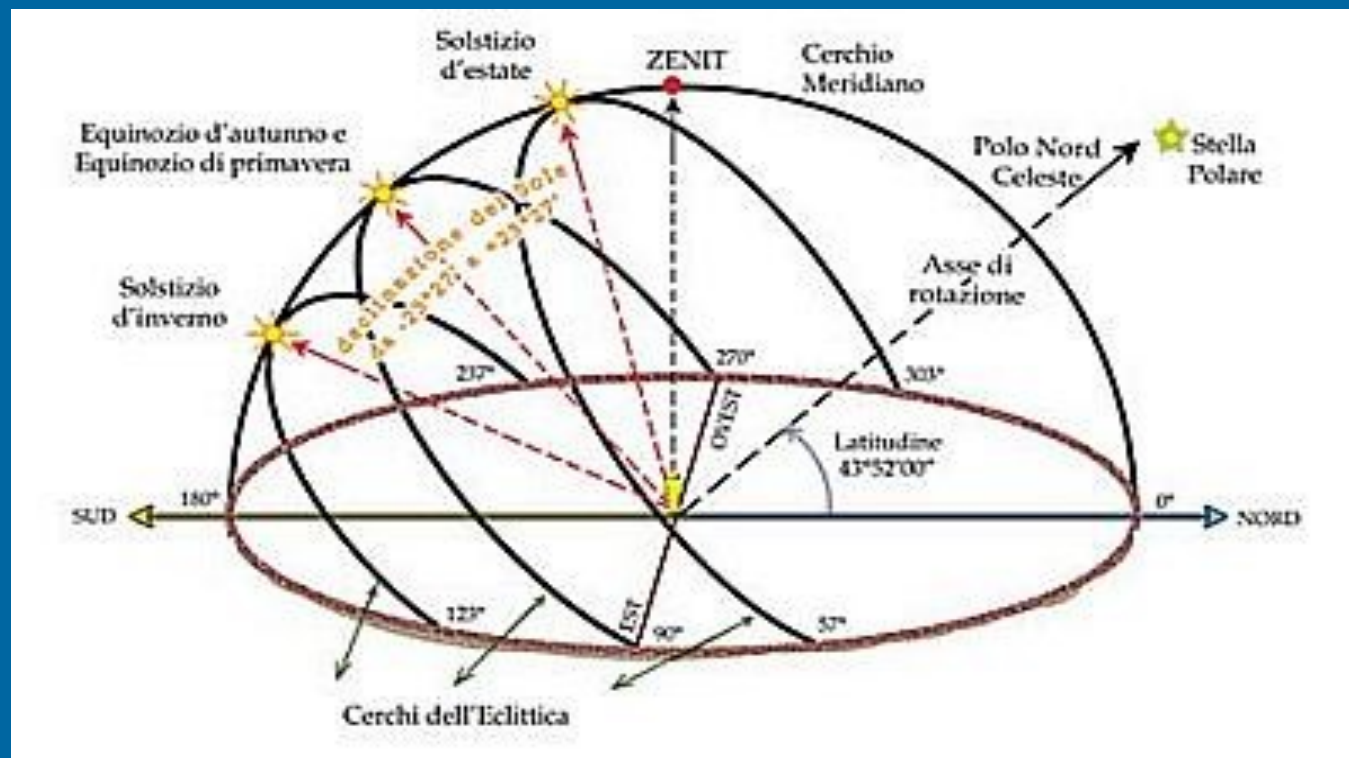
**Il moto apparente del Sole**

In un'aula buia abbiamo osservato l'ombra, proiettata su un foglio, di un pennarello illuminato dalla luce di una lampada, che rappresentava il Sole. L'insegnante spostava la lampada simulando il moto del Sole: il Sole durante il giorno percorre un arco nel cielo in senso orario sorgendo a Est e calando a Ovest. Abbiamo notato che l'ombra del pennarello era sempre in direzione opposta a quella della lampada mentre l'ombra aveva la stessa direzione dei raggi del Sole. La lunghezza dell'ombra è massima al mattino quando il Sole è più basso sull'orizzonte, poi decresce fino a essere minima a mezzogiorno quando il Sole raggiunge la sua massima altezza; poi l'ombra cresce di nuovo fino a essere massima quando il Sole tramonta. L'angolo formato dalla lunghezza dell'ombra e dalla linea che congiunge l'estremità dell'ombra all'estremità del pennarello, indica l'inclinazione dei raggi solari.



*Angolo di inclinazione dei raggi solari*

Studiando lo schema di seguito riportato abbiamo capito che il moto apparente del Sole cambia durante l'anno al variare delle stagioni.

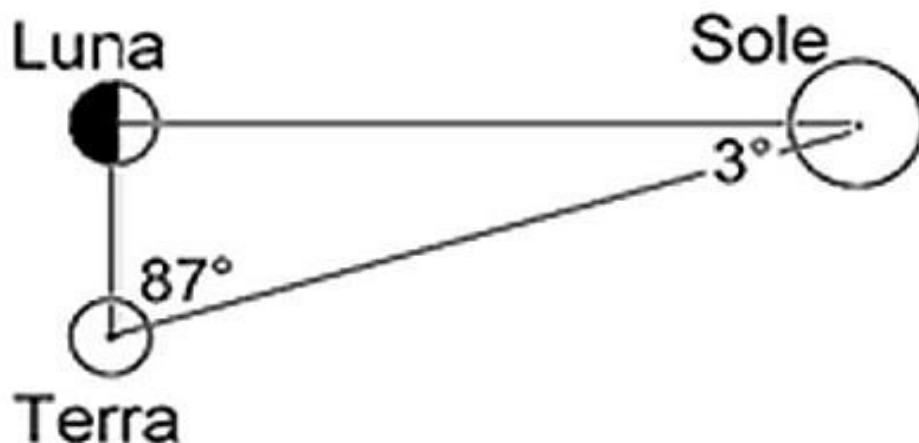


### Un breve excursus storico

Ho presentato poi brevemente due protagonisti della storia dell'astronomia, in genere poco conosciuti dagli studenti: Eratostene, e Aristarco di Samo, matematici e astronomi greci vissuti nel III secolo a.C.; è stato possibile mostrare ai ragazzi i loro metodi di misura perché fondati sulla geometria euclidea che conoscevano.

Il procedimento seguito da Eratostene per calcolare il raggio terrestre è stato presentato con il supporto di alcune *slide* e facendo riferimento a quanto appreso in precedenza.

Il calcolo di Aristarco del rapporto tra la distanza Luna-Sole e la distanza Terra-Sole è stato presentato partendo dal disegno che segue, in cui sono indicate con T la posizione della Terra e con L la posizione della Luna quando la Luna è illuminata a metà.



I ragazzi hanno poi riprodotto il metodo di misura adottato da Aristarco con carta e matita su un foglio di carta millimetrata.

Infine ho utilizzato una simulazione al computer dell'oscillazione del pendolo di Foucault nelle ventiquattro ore, in cui si osserva che il piano di oscillazione del pendolo ruota lentamente in senso orario nell'emisfero boreale e in senso antiorario nell'emisfero australe, mentre all'equatore non ruota. Questo comportamento fa comprendere che questo esperimento, presentato al pubblico nel 1851, ha rappresentato una delle prove del moto di rotazione della Terra.

### Raccontare per imparare

Al termine di ogni fase del lavoro in classe l'insegnante ha assegnato, come compito da svolgere a casa, di descrivere per iscritto l'attività pratica o teorica svolta seguendo un ordine temporale e logico secondo le indicazioni precise fornite dall'insegnante stessa. In questo modo si è ottenuto un duplice scopo: da un lato lo studente era maggiormente coinvolto in modo personale in un lavoro che gli consentiva di acquisire una competenza linguistica; dall'altro il docente poteva individuare tempestivamente le difficoltà incontrate da ogni studente, difficoltà di comprensione, di assimilazione di contenuti, di natura lessicale o linguistica. Si tratta di una fase del lavoro molto importante, perché la maturazione concettuale in ambito scientifico, avviene efficacemente se è accompagnata dallo sviluppo della capacità di comunicare correttamente.

### La valutazione

La correzione degli elaborati degli studenti ha rappresentato per l'insegnante una prima utile occasione di valutazione. Tuttavia, per valutare complessivamente il percorso, sono state necessarie le tradizionali verifiche finali scritte e le interrogazioni orali, dando spazio alle *domande aperte* che richiedono di sintetizzare ordinatamente quanto appreso.

Al termine del percorso l'insegnante ha potuto trarre un giudizio su come aveva svolto le diverse fasi del lavoro, allo scopo di individuare gli eventuali punti deboli da correggere. Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto il docente si è potuto basare anche sulle mie osservazioni, dato che ero presente in classe come esperto. A parte qualche piccolo intoppo di natura tecnica e qualche difficoltà di comprensione dei concetti più spinosi da parte di alcuni (facilmente rimediabile con qualche ripresa da parte della docente), gli studenti in generale hanno mostrato interesse e attenzione impegnandosi e partecipando costruttivamente alle attività proposte.

*[Vai all'articolo relativo alla seconda fase del percorso](#)*

*Nadia Correale*

*(Docente di Matematica e Scienze alla Secondaria di primo grado, attualmente frequenta l'ultimo anno del dottorato di ricerca presso l'Università degli Studi di Bergamo)*