Pre-test: questionario per gli alunni

Premessa

Leggete ai vostri alunni il breve testo riportato più sotto su Eratostene: stimolerà la loro curiosità e li motiverà per poi andare più in fondo nel progetto.

“ Figuratevi che tanti e tanti anni fa, in Egitto, un papiro attirò l'attenzione di un certo Eratostene, allora direttore della Grande Biblioteca di una città che si chiamava Alessandria (situata in riva al Mar Mediterraneo): si parlava di un bastone verticale che il primo giorno dell'estate (ossia il 21 giugno), e all'ora di mezzogiorno al sole, non proiettava nessuna ombra per terra ! Questo accadeva molto lontano da Alessandria, verso il sud, in una città di nome Siene (l'attuale Assuan). Orbene, Eratostene osservò, dal canto suo, che ad Alessandria, il 21 giugno e alla stessa ora, un bastone verticale proiettava un'ombra, anche se relativamente corta… Che mistero era dunque questo ? Di certo non ve ne daremo la chiave ora, dovrete piuttosto scoprirla voi stessi … Questo vi condurrà molto lontano poiché, come per Eratostene, la chiave del mistero vi permetterà, figuratevi un po', di misurare …la circonferenza della Terra ! ”

Vedrete ulteriormente come completare questa storia e quali simulazioni proporre ai vostri alunni. Allo stesso modo, le ricerche bibliografiche verranno svolte più tardi. Ma i vostri alunni potranno naturalmente commentare questo fatto vero, e localizzare di già le due città in questione.

Dite poi, per rassicurarli a proposito del questionario:

Durante le numerose attività che intraprenderemo nel corso di questo progetto “ Sui passi di Eratostene ”, tratteremo una serie di argomenti appassionanti di cui avrete forse già un'idea: il seguente questionario vi viene dunque proposto per fare il punto su quello che conoscete in merito a questi argomenti. Ma, ditevi pure che se non sapete rispondere ad alcune domande o se vi sbagliate nelle risposte, la cosa non ha la minima importanza: non verrà dato nessun voto perché si tratta piuttosto di un gioco-test. Invece, non esitate a chiedere precisioni su una domanda se non ne capite il senso e a rispondere semplicemente "non so" se vi succede di non sapere la risposta. ”;

Modalità pratiche

Durata prevista: secondo le capacità dei vostri alunni, una sessione di 45 minuti, oppure due sessioni di circa 30 minuti (ma occorrerà che gli alunni molto lenti possano terminare ulteriormente).

Matériale :

Per ogni alunno :
i fogli del questionario ed alcuni fogli bianchi
per i disegni richiesti in alcune domande;
matita nera, gomma, bustina di matite colorate
o di pennarelli.

PROGETTO: “ SUI PASSI DI ERATOSTENE ”

13 domande per fare il punto sulle tue conoscenze in alcuni campi
Prima di rispondere ad una domanda, incomincia col leggerla fino alla fine.
Quando devi scegliere una risposta fra le varie proposte, fai un cerchietto attorno alla risposta che consideri giusta con la matita nera.
Quando devi rispondere con un disegno, fallo su un foglio a parte scrivendo per prima cosa il numero della domanda su questo foglio.

1 – Mettiamoci all'ombra !

Hai già osservato delle ombre ? Cerca di disegnare l'ombra di un bastone al sole (questo bastone è piantato per terra).
Fai poi la stessa cosa con tre bastoni piuttosto distanti gli uni dagli altri.

2 – La lavagna è di traverso ?

Verticale, orizzontale: fai un disegno per illustrare queste due parole. Traccia per prima cosa una linea per rappresentare il suolo, poi disegna, come se vi fosse posato sopra, un oggetto verticale, e quindi un altro, ma orizzontale.

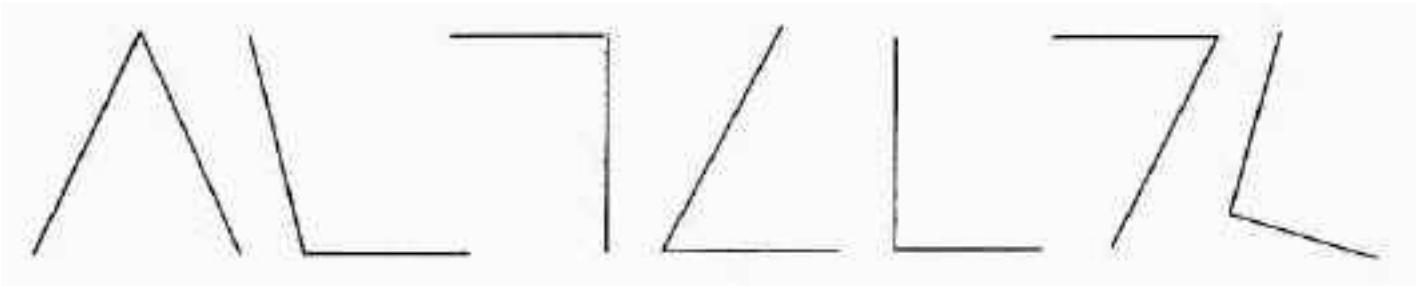
Puoi nominare (e disegnare ?) due strumenti che permettono di verificare:

- la verticalità del primo oggetto: _____

- l’orizzontalità del secondo oggetto: _____

3 – All’angolo della mia strada

Forse sai già cos'è un angolo e forse anche cos'è un angolo retto ? Fra gli angoli illustrati qui sotto, fai un cerchietto attorno a quelli che riconosci come angoli retti.



Sai come si chiama un angolo "meno aperto" dell'angolo retto ?

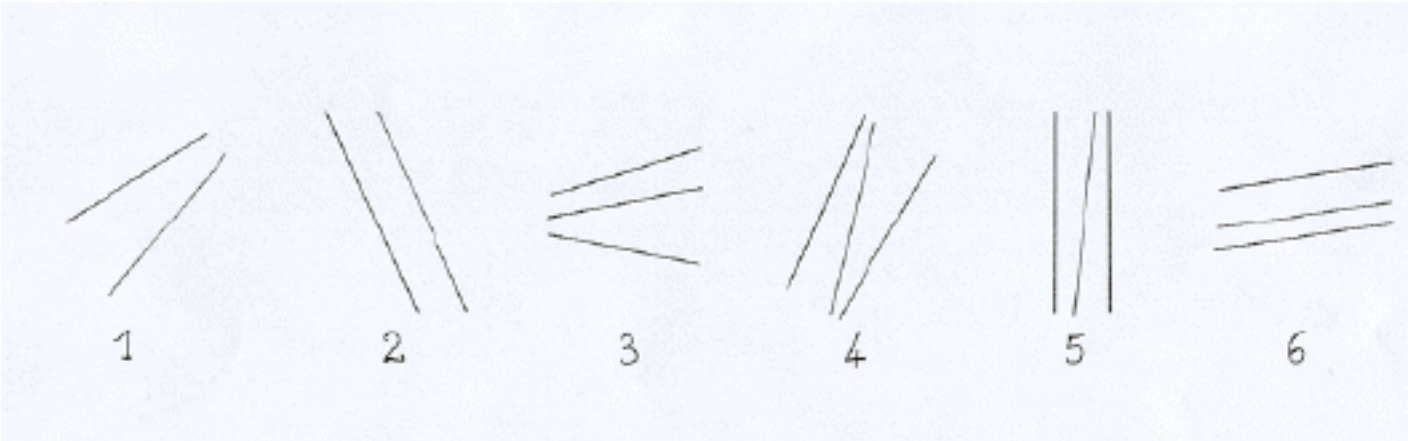
Si dice che è un angolo_____

Conosci lo strumento che serve a misurare "l'apertura" di un angolo ?

Si chiama il _____

4 – Prendiamo la strada parallela alla tua...

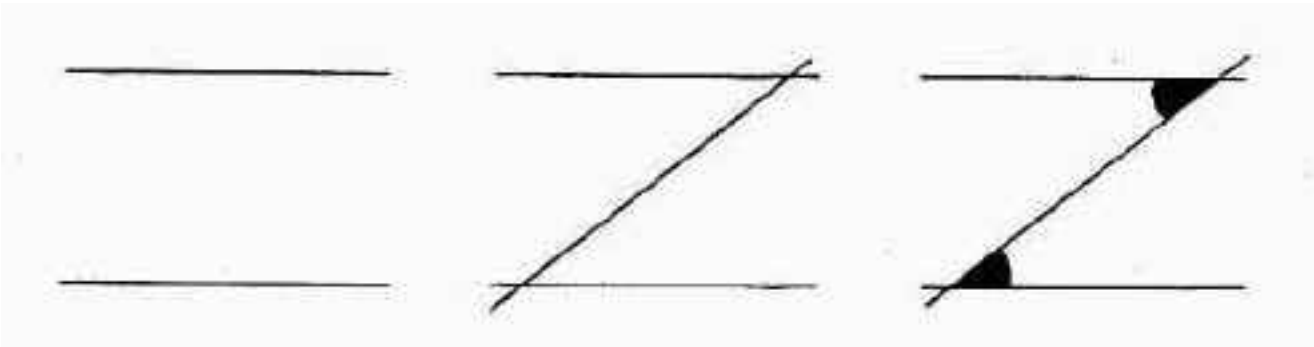
Hai già sentito parlare di "rette parallele" ? Anche se non è così, potrai forse trovare di cosa si tratta osservando bene questi "gruppi" di linee rette:



Se pensi di averli trovati, fai un cerchio attorno ai "gruppi" di rette parallele che figurano sul disegno.

5 – Z come Zorro (questa domanda è riservata agli alunni delle scuole medie)

Guarda le tre fasi della costruzione di questa strana “ Z ”:



I due angoli colorati di nero

hanno una particolarità: quale ? _____

Si potrebbe verificarla, come ? _____

6 – Ciao, Terra !

Quale forma ha la Terra ? (Disegnala su un foglio)

Come fai a saperlo ?_____A quale oggetto ti fa pensare ? _____

7 – Ancora bastoni !

Riprendi il disegno della Terra che hai appena fatto e aggiungi, sul contorno, tre bastoncini piantati per terra come dei pioli, ma molto lontani gli uni dagli altri.

8 – La Terra si è messa al sole

Disegna la Terra come immagini che si possa vederla dallo spazio, con dei continenti per esempio, ma anche con il Sole che la illumina. Se vuoi mostrare che da qualche parte fa notte sul tuo pianeta, colora accuratamente questa zona in nero.

9 – È il giorno e la notte !

Fra queste 4 frasi, circonda quella (o quelle) che spiega (spiegano) in modo corretto perché, secondo te, ora fa giorno, ora fa notte per i Terrestri (puoi fare un cerchio attorno a diverse risposte)

1) La Terra gira attorno al Sole

2) Il Sole gira attorno alla Terra

3) La Terra gira su se stessa

4) La Terra gira su se stessa e attorno al Sole

10 – Un venticello che spira da ovest

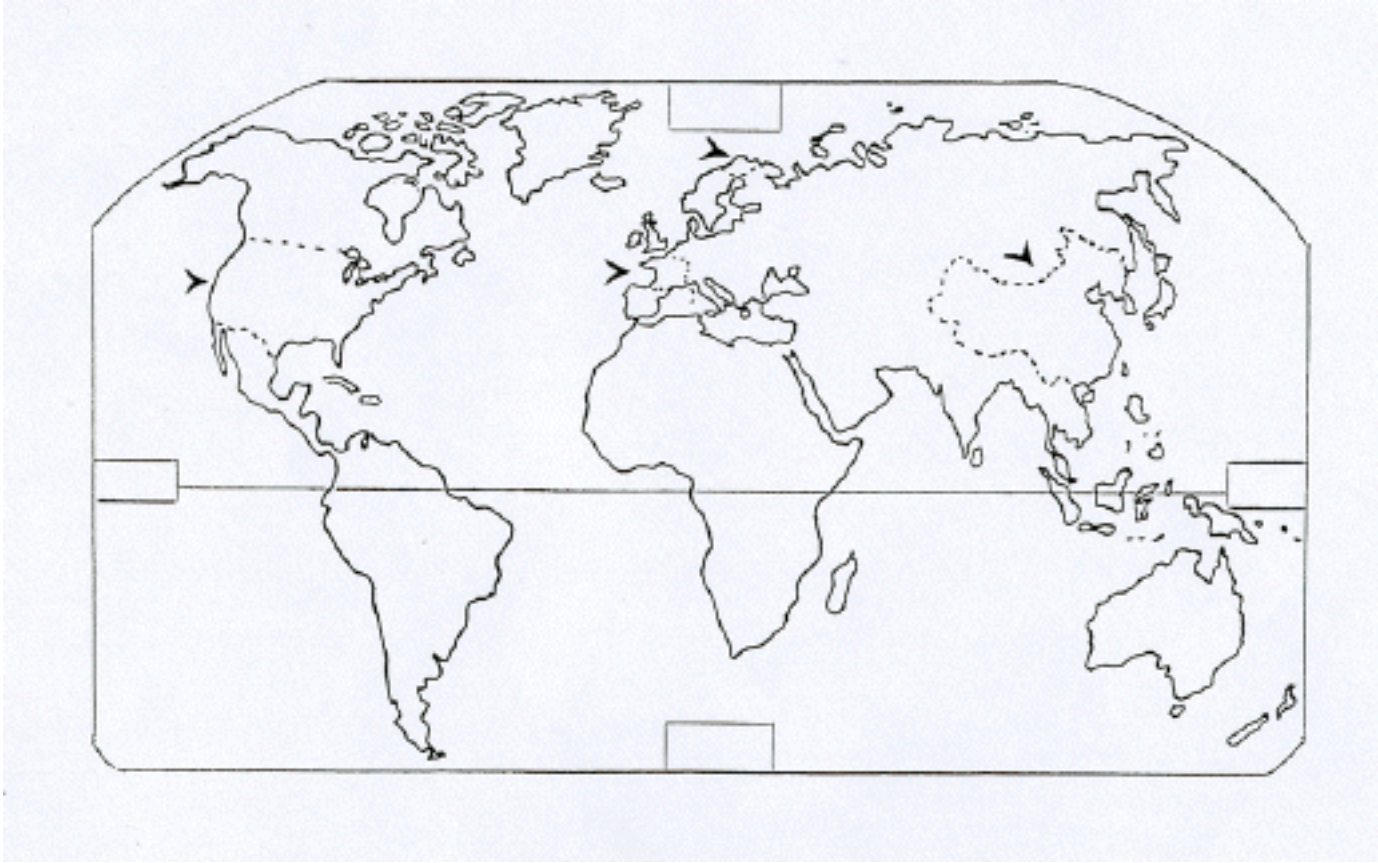
Ecco la carta dell'Italia con, accanto, quella che si chiama una rosa dei venti , essa indica la direzione dei quattro punti cardinali che sono:

il nord (N) il sud (S) l’est (E) l’ovest (O)

Scrivi l'iniziale di ognuno di questi punti (la sua lettera maiuscola) al posto giusto, all'estremità di una punta della rosa dei venti.
Sulla carta, si individua il luogo in cui si trova la scuola: scegli una zona più a nord di questo luogo e scrivi nord, una zona più a sud e scrivi sud, etc.

11 – Percorrere il vasto mondo

Ecco una carta che rappresenta i cinque continenti: si chiama un planisfero. Scrivi il nome dei quattro punti cardinali nei quattro rettangoli. Localizza l'Italia, gli Stati Uniti, la Cina, la Lapponia colorandoli con un colore diverso per ognuno di loro.



A tuo parere, gli Stati Uniti si trovano:

- a ovest dell'Italia

- ad est dell'Italia

A tuo parere, l'Italia è:

- a ovest della Cina

- ad est della Cina

12 – Guarda, sorge il Sole !

Sai in quale direzione si vede sorgere il Sole ?

a nord a sud ad est ad ovest

Sai in quale direzione si vede tramontare il Sole ?

a nord a sud ad est ad ovest

13 – Ho il Sole in faccia !

Immaginati ora in piedi, di fronte al mare (o di fronte ad una grandissima pianura), con il Sole davanti a

te, in alto nel cielo. In quale momento del giorno lo puoi vedere così ? _____

In quale direzione può essere, in questo momento ? _____

Disegna una linea che raffigura l'orizzonte e poi, in mezzo ad essa e in alto, il Sole nel cielo.

Traccia il percorso del Sole dalla mattina, all'alba, fino alla sera, al tramonto.
In base alle tue risposte alle domande 12 e 13, cerca di collocare i quattro punti cardinali.
Per terminare, metti delle frecce sul percorso del Sole.

14 – Nel corso dei giorni, delle notti e delle stagioni

Sai perché in Italia le notti sono più lunghe d'inverno che non d'estate ?_____

_____

Sai perché fa freddo d'inverno e caldo d'estate ? _____

_____

COMMENTI PER L'INSEGNANTE

Circa la risposta alla domanda n°1, si possono riscontrare diversi tipi di errori possibili:

- Assenza di Sole.
- Posizioni relative sbagliate del Sole, del bastone e dell'ombra.
- Ombra non collegata alla base del bastone
- Dettagli nell'ombra.
- Ombra di stessa dimensione del bastone. Non è necessariamente un errore, giacché il caso si può anche verificare, ma questo mostra che l'alunno tende a considerare l'ombra un po' come un'immagine, un riflesso.

Circa la risposta alla domanda n° 9, si può considerare, secondo la fisica teorica, che la scelta della frase 2 è anch'essa corretta poiché la Terra ed il Sole hanno un movimento relativo uno rispetto all'altro. Inoltre, tutto dipende dal punto di riferimento che si sceglie: se è la Terra, allora è effettivamente il Sole che gira attorno ad essa !
Gli alunni sono spesso persuasi che la sola ipotesi valida sia la quarta frase. È molto istruttivo, ma anche molto difficile, dimostrare loro che diverse ipotesi spiegano l'alternarsi del giorno e della notte. Visto sotto un altro aspetto, è difficile far loro ammettere che non esiste nessun fenomeno familiare che possa far propendere per un'unica ipotesi.

Analogamente, per quanto riguarda la domanda n° 13, se un alunno orienta il percorso del suo sole da destra verso sinistra dopo aver scritto che l'est è a destra per l'alba, e che l'ovest è a sinistra per il tramonto, e dunque il nord è laddove il Sole culmina, osserviamo che il suo disegno non è poi del tutto sbagliato, poiché questo è esattamente quello che succede nell'emisfero sud.

A proposito degli " errori " o delle " imprecisioni " che osserverete nei disegni-risposte, bisognerà

analizzarli con cautela: l'alunno può avere una concezione abbastanza giusta ma non saperla tradurre correttamente, per diversi motivi: distrazione, goffaggine, incapacità di tradurre tre dimensioni su un foglio … Fate dunque delle domande all'alunno per accertarvene.

Sarà meglio, a nostro parere, fare una valutazione " trasversale ": ossia contabilizzare il numero di alunni che hanno risposto in modo perfettamente giusto ad una data domanda, e poi individuare la natura e la frequenza degli errori riscontrati nelle risposte date a questa stessa domanda: questo lavoro ci sembra molto più interessante e più fruttuoso per il seguito.

Comunque, perché non definire per ogni alunno una specie di " profilo " qualitativo individuando i suoi punti di forza e i suoi punti deboli in ognuno dei vari campi in questione? Questo profilo sarà naturalmente confrontato al post-test a fine percorso, un post-test che potrà essere naturalmente… lo stesso questionario !

Sequenza 1

Scoprire le osservazioni di Eratostene e tentare di riprodurle

Introduction

Questa sequenza è fondamentale, in quanto si tratta del lancio del progetto che si svolgerà lungo tutto l'anno fino al 21 giugno. Vi suggeriamo di seguire l'ordine indicato più sotto, che inizia con una sperimentazione al Sole. Come abbiamo visto l'anno scorso, tuttavia, il Sole può nascondersi dietro le nuvole per diverse settimane di seguito. Dunque, se dopo due settimane non avete potuto iniziare i lavori per via del cattivo tempo, potete invertire le sessioni 1 e 3 (sperimentazione in classe con lampadine elettriche) e rimandare ad una data ulteriore i lavori da svolgere all'esterno.

Desideriamo attirare la vostra attenzione sull'importanza delle tracce scritte, che costituiscono uno dei grandi principi di La main à la pâte. Vi suggeriamo, per esempio, di chiedere ad ogni alunno di tenere un quaderno di esperienze così come si tiene un giornale di bordo. Ognuno annoterà, man mano che si svolgono le varie attività, tutto quello che ha capito, che ha scoperto, i suoi interrogativi, le ipotesi formulate per rispondere alle numerose domande che sorgono. Questo quaderno conterrà anche i disegni e gli schemi relativi alle esperienze svolte. Potrete in tal modo verificare quello che il bambino ha capito e seguire la sua evoluzione nel corso dell'anno.

Sessione preparatoria in opzione: Comprende attività relative alle relazioni fra una sorgente luminosa, degli oggetti e la loro ombra proiettata su un supporto. Se, dopo la lettura di queste esperienze, pensate che i vostri alunni abbiano bisogno di una sessione di preparazione su queste nozioni, vi raccomandiamo di riferirvi alla scheda opzionale sulla formazione delle ombre ed il loro rapporto con la sorgente luminosa.

Nozioni trattate :

Formazione delle ombre, propagazione rettilinea della luce. Relazione fra la lunghezza dell'ombra e l'altezza della sorgente luminosa. Raggi paralleli e raggi divergenti.

Premessa: Le osservazioni di Eratostene

Durata : fra 30 e 45 minuti di presentazione (lavoro sul testo)

Distribuez et faites lire le texte suivant en classe, accompagné de photocopies de la carte d'Égypte :

Distribuite e fate leggere il testo seguente in classe, accompagnato da fotocopie della cartina dell'Egitto:

" In Egitto, circa 2200 anni fa, un papiro attirò l'attenzione di un certo Eratostene, allora direttore della Grande Biblioteca di Alessandria (città situata sulle rive del Mediterraneo): si parlava di un bastone verticale che il primo giorno dell'estate (ossia il 21 giugno), all'ora di mezzogiorno al sole, non proiettava alcuna ombra per terra (i raggi del Sole penetravano fino in fondo ai pozzi). Questo accadeva a Siene (l'attuale Assuan). Orbene, Eratostene osservò, dal canto suo, che ad Alessandria, il 21 giugno e alla stessa ora, un bastone piantato verticalmente proiettava un'ombra, seppure relativamente corta.
Che sorta di mistero era dunque questo?
Vi invitiamo a scoprirlo voi stessi. Questo vi porterà molto lontano poiché, come dimostrò Eratostene, la

chiave di questo mistero vi permetterà di misurare niente di meno che la circonferenza della Terra… "

In un primo tempo, i ragazzi prendono attentamente nota delle parole chiave del testo: personaggio, luoghi, data, l'esperienza (oggetti, orari,...). Dopo aver localizzato il paese su una cartina murale (planisfero o carta dell'Europa e del Mediterraneo), chiedete loro di individuare sulle cartine dell'Egitto fotocopiate i luoghi indicati nel testo. Le attività successive consisteranno nel riprodurre le osservazioni di Eratostene.

Indice della sequenza:

1) Riprodurre le osservazioni al Sole
2) Interpretare le osservazioni mediante schemi
3) Riprodurre le osservazioni con una lampadina tascabile

---

1) Riprodurre le osservazioni al Sole

Durata : almeno 30 - 45 min. di sperimentazione nel cortile della scuola, al Sole

---

Materiale :

Per ogni gruppo di 3 - 5 alunni:
1 cartina dell'Egitto fotocopiata su un foglio A4
(o 2 fogli incollati) su cartoncino bristol
2 fiammiferi o matite corte o viti a testa piatta
1 cappuccio di penna
Gomma adesiva, nastro adesivo semplice o
double face o colla
una mezz'ora di bel tempo !

Per prima cosa, gli alunni devono riprodurre in miniatura i luoghi e gli oggetti indicati nel testo. Per i "bastoni", usano diversi oggetti (vedere materiale) fissati sulla carta. Naturalmente, bisognerà accertarsi che questi cosiddetti bastoni siano effettivamente piantati verticalmente, ma non date istruzioni preliminari, lasciate che i bambini procedano per tentativi. Basta precisare loro che la loro esperienza dovrà essere perfettamente identica a quella indicata nel testo. A Siene (Assuan) possono rappresentare, a scelta, un bastone o un pozzo utilizzando per quest'ultimo un cappuccio da penna "incastrato" nella carta (facendo prima sul foglio una fessura a forma di croce; ci si può anche infilare una matita).

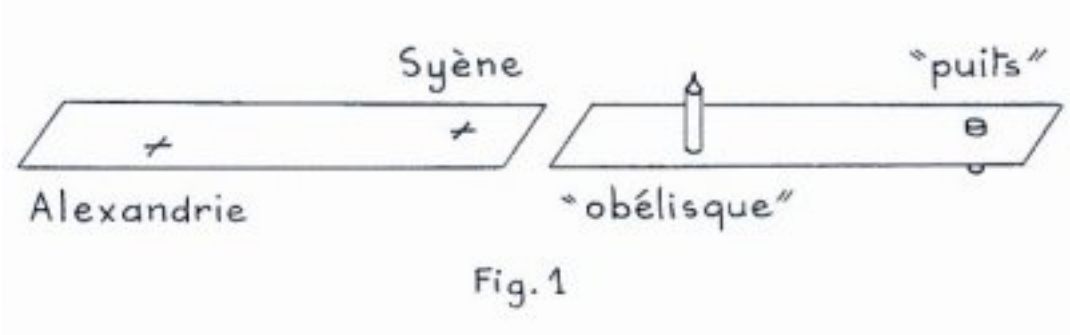


Fig. 1

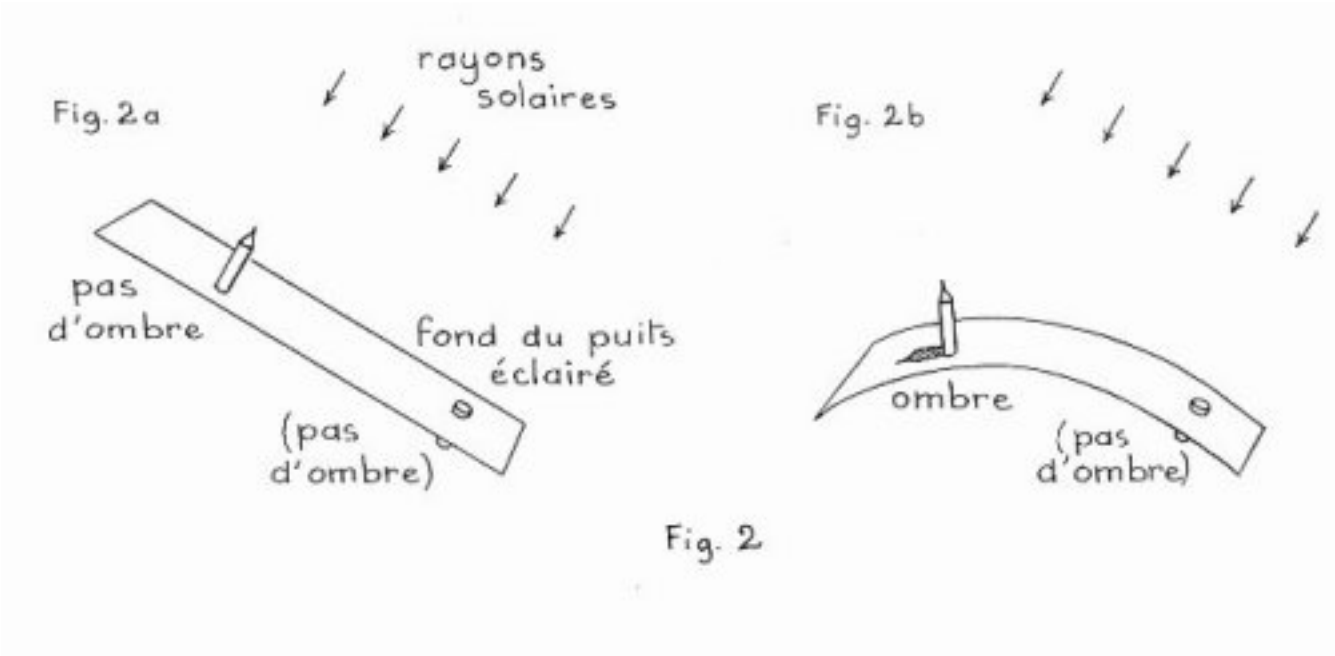
L'ideale sarà di nominare un "relatore" per ogni gruppo. Costui annoterà su un foglio le scelte fatte dal suo gruppo e il metodo seguito (ossia le diverse prove successive e le ragioni degli eventuali insuccessi). Questo foglio potrà essere fotocopiato per servire come prima traccia scritta nei quaderni di esperienze dei bambini di ogni gruppo in questione.

1a sfida : Ottenere un'ombra ad Alessandria ed annullare simultaneamente l'ombra a Siene se si è piantato un "bastone" (oppure illuminare il fondo del cappuccio-pozzo se si è scelta la seconda opzione). Eventualmente, fate notare, durante le manipolazioni, che i bastoni non devono essere inclinati sulla carta, ma devono restare in posizione perfettamente eretta...

Gli alunni vedranno innanzi tutto che bisogna presentare la carta di fronte al Sole perché l'ombra del bastone a Siene scompaia (o che il fondo del pozzo sia illuminato). Ma, a questo punto, osservano che anche ad Alessandria non c'è ombra ! Problema...

Dopo alcune esitazioni, gli alunni scopriranno che devono incurvare la carta e saranno quasi sorpresi di non aver pensato prima al fatto che la Terra non è piatta ! Anche se la sua rotondità appare loro come un'evidenza, avranno effettivamente la sensazione di aver trovato degli argomenti per avvalorare il loro

studio.



2a sfida: Far variare la lunghezza dell'ombra ad Alessandria senza fare apparire nessuna ombra a Siene.

Per far questo, i bambini dovranno incurvare più o meno la carta, così vedranno che la lunghezza dell'ombra ad Alessandria dipende dalla curvatura della carta, ossia della superficie terrestre.

3a sfida: Fare ancora variare la lunghezza dell'ombra ad Alessandria ma stavolta dando sempre la stessa curvatura alla carta. Gli alunni dovranno allora allontanare o avvicinare il "bastone" piantato ad Alessandria e capiranno in tal modo che la lunghezza dell'ombra dipende anche dalla distanza fra le due città.

Ad ogni sfida, ogni relatore prende un appunto di tutte le idee e le scoperte sul proprio foglio.

---

2) Interpretare le osservazioni con l'aiuto di schemi

Nota: Conviene farlo, possibilmente, subito dopo la sessione precedente, affinché i bambini non dimentichino i risultati !
Potete anche inserire qui le attività sulla formazione delle ombre se le manipolazioni al Sole hanno posto ai bambini problemi di comprensione. Non esitate a far loro ripetere velocemente queste prime sperimentazioni prima di proseguire, per assicurarvi che le abbiano memorizzate ed assimilate per bene. Infine, se questa attività di schematizzazione vi sembra difficile, potete invertire le sessioni 2 e 3, insistendo sulle manipolazioni con le lampadine prima di passare ai disegni.

Durata : Prevedere 30 - 45 min. in classe

Materiale :

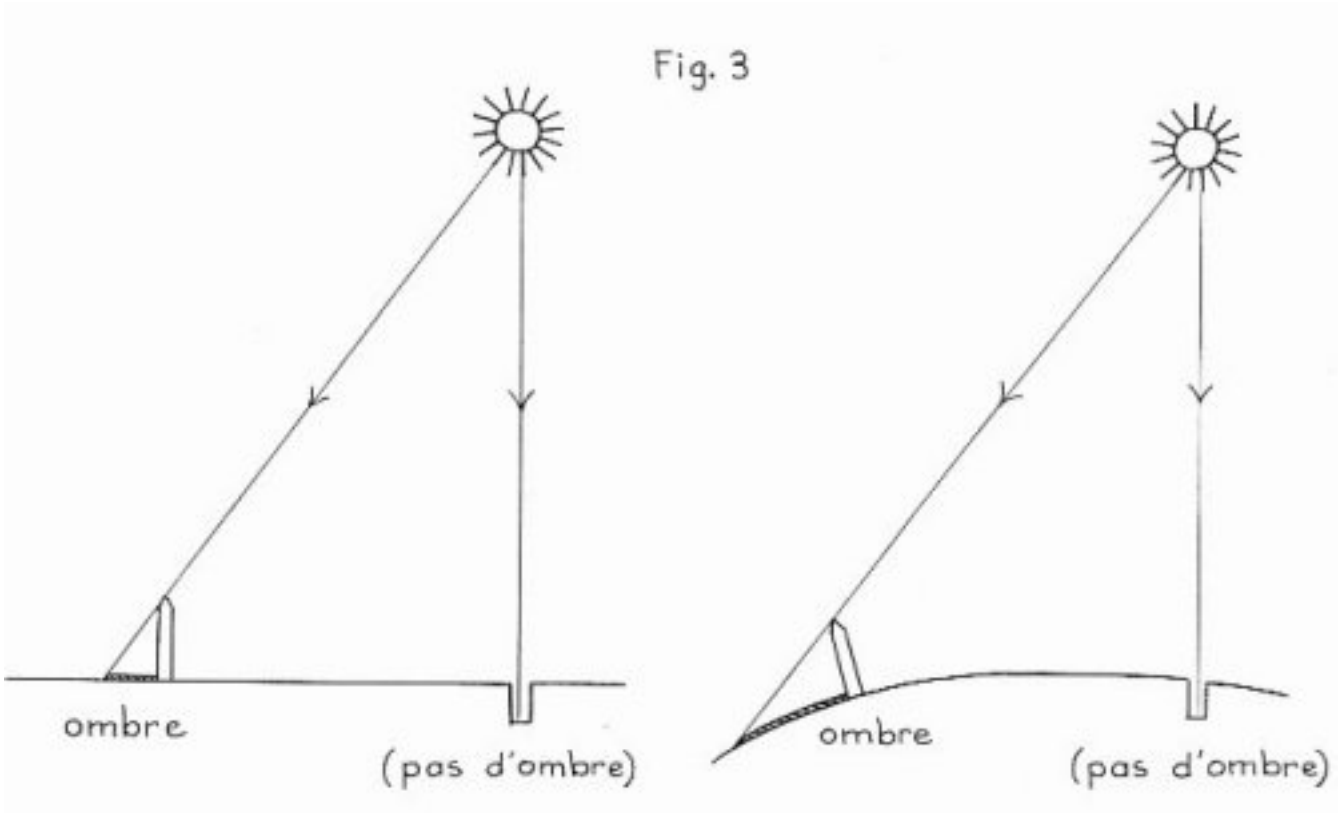
Per ogni gruppo di 3–5 alunni:
il foglio con i disegni, appunti e osservazioni che il bambino relatore avrà registrato durante l'esperienza.

Di ritorno in classe, ogni gruppo comunica all'insieme dei compagni il proprio procedimento, il che permette di confrontare i diversi metodi scelti dalle squadre.

La classe intera conclude che questa esperienza ha permesso di dimostrare che la Terra non è piatta e che l'ombra dei bastoni può variare secondo la curvatura della superficie terrestre nonché secondo la distanza fra le due città.

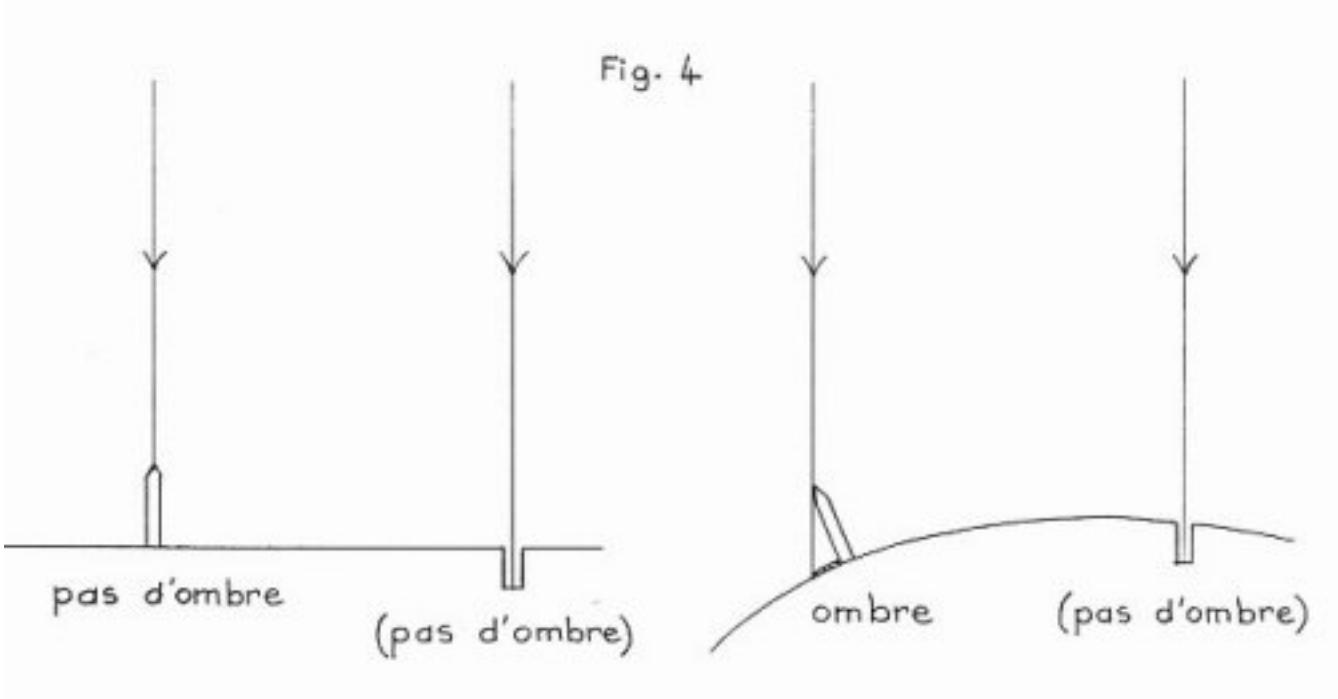
Chiedete ora a ciascuno di fare due disegni dell'"esperienza al Sole" rappresentando i due bastoni (o il bastone e il pozzo) e la carta di profilo:
- il primo con una Terra piatta,
- il secondo con una superficie terrestre curva (carta incurvata).

Dite che i raggi del Sole devono apparire chiaramente sugli schemi e che devono essere disegnati con la riga. Se questo suscita delle domande o dei dubbi fra gli alunni, potete riferirvi alle attività facoltative sulla propagazione della luce (vedere scheda a parte). La maggior parte dei vostri alunni disegneranno il Sole sul loro foglio, e i suoi raggi saranno sicuramente divergenti (si irradiano a corona). In questo caso, saranno costretti a disegnare un'ombra ad Alessandria in ambedue i casi ! (Il che non corrisponde a quello che hanno osservato… poiché non c'era ombra né ad Alessandria né a Siene quando la carta era messa di piatto).



Nuova sfida: "Cercate, quando la carta è messa di piatto, come deve essere disegnato il raggio che cade sul bastone perché non faccia nessuna ombra".
Gli alunni si accorgeranno che bisogna "raddrizzare" questo raggio fino che si trovi nel prolungamento del bastone. Cosa osserveranno allora guardando i due raggi del sole? Che hanno tutt'e due la stessa direzione tant'è vero che la distanza fra i due rimarrà sempre costante. Ecco cosa si intende per raggi paralleli, i bambini avranno probabilmente già sentito questa parola.

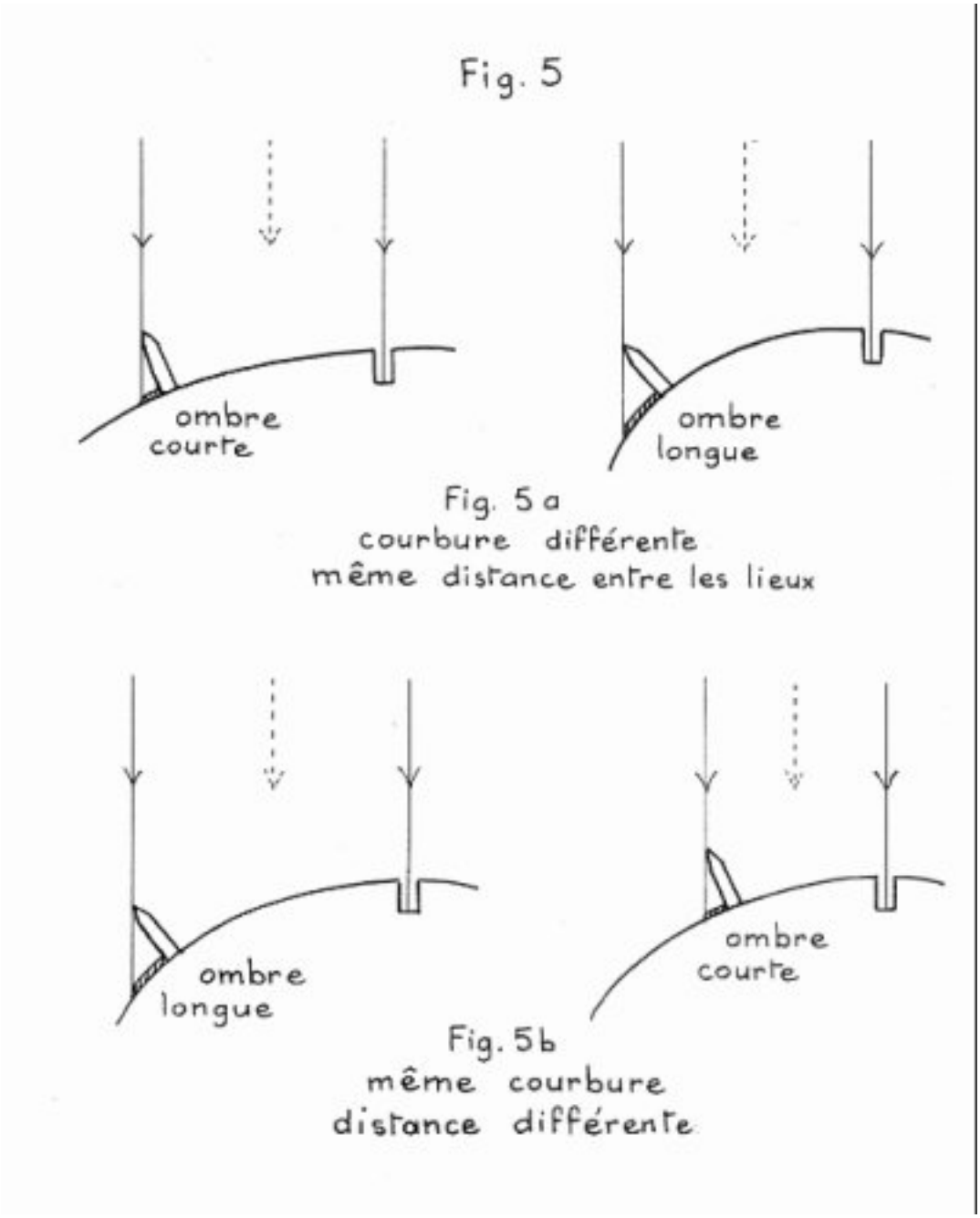
Faranno dunque di nuovo i loro disegni, questa volta con i due raggi paralleli e senza il disco solare, traducendo correttamente, stavolta, le osservazioni fatte al Sole con la loro carta.



Ma è necessaria una verifica sperimentale del parallelismo dei raggi solari?

Se avete ancora 15 min. di bel tempo, potrete finire la sessione con l'attività descritta alla fine di questa sequenza. Potete anche scegliere di metterla come introduzione della prossima sessione.

Infine, se vi resta tempo, potete far disegnare le ultime sperimentazioni quando gli alunni dovevano più o meno incurvare la carta, per far sì che i bastoni mantenessero la stessa distanza e poi il contrario (con una curvatura stabile, facevano variare la distanza fra i due bastoni). Potete, ad esempio, preparare degli schizzi incompleti nei quali i bambini dovranno solo segnare i due raggi solari (perfettamente paralleli stavolta, ma rispetto ad un raggio di riferimento tratteggiato, la cosa più semplice sarebbe che sia verticale) e raffigurare le ombre. In questo modo, potrete verificare rapidamente che ognuno abbia capito bene le manipolazioni fatte al Sole. Conservate accuratamente questi disegni, ed inviateci i migliori !



---

3) Riprodurre le osservazioni con una lampadina tascabile

Questa simulazione permetterà agli alunni di trovarsi di fronte agli effetti di raggi luminosi divergenti. Scopriranno poi come fare evolvere questi raggi verso un progressivo "parallelismo".
Durata : circa 45 min.

Luogo : classe (luogo oscurato) e poi all'esterno

Materiale :

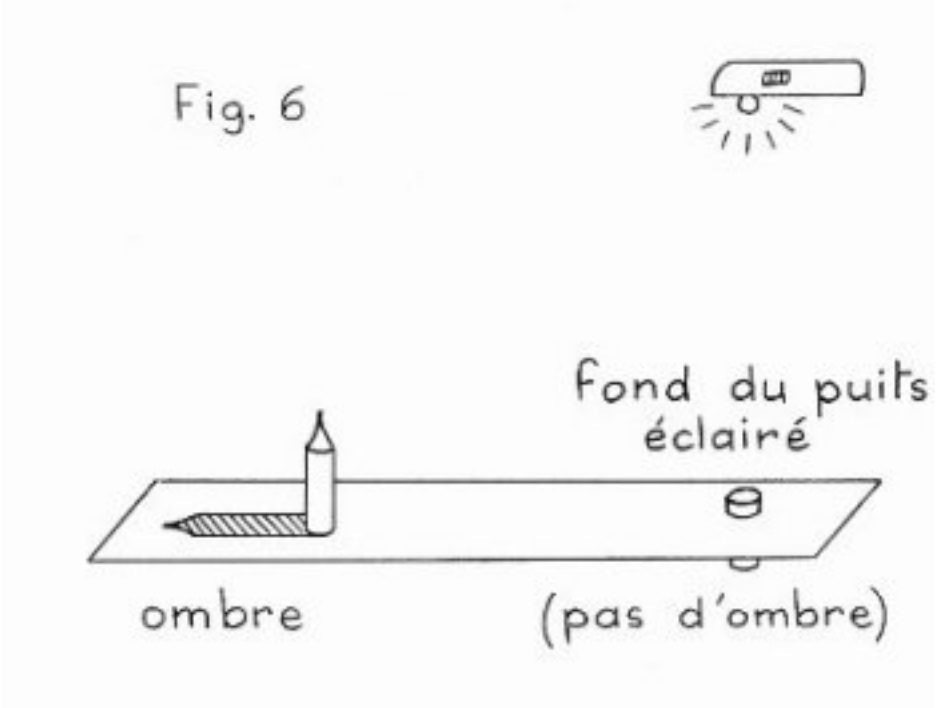
Per ogni gruppo di 3–5 alunni:
Una lampadina tascabile, se possibile togliendo il riflettore per migliorare la nitidezza delle ombre.
La carta dell'Egitto e i due "bastoni" (o il cappuccio di una penna)

Quindi, per l'esperimento successivo:
3 viti a testa piatta non troppo piccole.
Un foglio di carta a quadretti.

Questa volta si tratta di rifare le osservazioni di Eratostene, ma usando una lampadina tascabile al posto del Sole. Potete anche partire da questa sessione per avviare il progetto, se davvero non avete speranza di avere un momento di bel tempo. Come avete fatto per la 1a sessione, "piantate" nella fotocopia della cartina dell'Egitto sul cartoncino bristol un'asticella o una matita nel posto in cui si trovano le due città. Potete anche adoperare il cappuccio di una penna per rappresentare il pozzo a Siene o qualsiasi altro oggetto proposto dai vostri alunni (rivedere la figura 1).

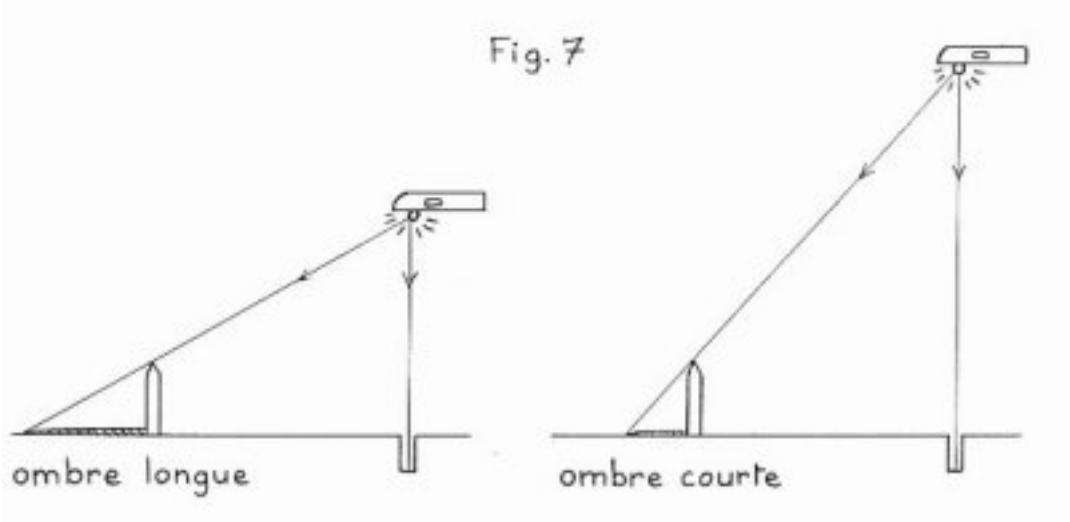
La sfida è la seguente: ritrovare le osservazioni di Eratostene, fase per fase, dunque prima con la carta messa di piatto. Bisognerà dunque posizionare la lampadina tascabile in modo tale che illumini il fondo del pozzo (o che non proietti nessuna ombra a Siene se è stato messo un "bastone" (potete del resto verificare che è la stessa cosa, infilando la penna nel suo cappuccio nel momento in cui la lampadina è posizionata correttamente). Cosa accade durante questa prima tappa, quando la carta è messa perfettamente di piatto ?

I bambini osservano allora che il bastone "verticale" proietta un'ombra. Esattamente come nel primo disegno che avevano fatto quando i raggi del Sole non erano paralleli! Dunque ciò non corrisponde per niente a quello che avevano visto fuori, al Sole… Ma allora questo significherebbe che i raggi della lampada non sono paralleli....



Nuova sfida: È possibile posizionare la lampada in modo tale che l'ombra della penna diminuisca o addirittura scompaia? Dopo vani tentativi, uno dei manipolatori osserva che sollevando la lampadina sopra la carta, e mantenendola perfettamente al di sopra del cappuccio di Siene, l'ombra della penna diminuisce ad Alessandria. Se la lampadina viene avvicinata, l'ombra invece si allunga. "E se facessimo salire la lampadina fino al tetto, si potrebbe fare sparire completamente l'ombra ?!!"I ragazzi provano allora, per quanto sia loro possibile, ad allontanare la lampadina dalla carta, e capiscono che la fonte di luce deve essere molto, ma molto lontana dalla carta perché i suoi raggi arrivino in modo parallelo. È dunque proprio quello che succede con il Sole: bisognerà verificarlo in un secondo tempo.

Schematizzazione della simulazione: A partire da questa esperienza, gli alunni mostreranno con un doppio disegno la relazione fra la lunghezza dell'ombra e l'altezza della sorgente luminosa: useranno eventualmente una fotocopia preparata dall'Insegnante sulla quale dovranno disegnare le due lampadine e le due paia di matite.



Affinché gli alunni siano definitivamente persuasi del parallelismo dei raggi del Sole, potete concludere la sequenza con l'attività seguente, oppure ricordarla loro se l'hanno già fatta.

Photo: Huguette Farges , Compiègne

Esperienza all'esterno: verifica del parallelismo dei raggi solari che arrivano alla superficie del nostro pianeta

I ragazzi osservano, per prima cosa, che le righe di una carta a quadretti formano delle corsie parallele. Bisogna allora verificare che le ombre degli oggetti posati sul foglio seguano esattamente le righe del foglio e che siano a loro volta parallele. Questo indicherà che i raggi che formano queste ombre sono essi stessi paralleli.

Chiedete agli alunni quello che succederà se si usa una lampadina elettrica al posto del Sole. Verificano le loro ipotesi: le ombre divergono, ma quando si allontana la lampadina, si avvicinano alle righe della quadrettatura. Conclusione: il Sole è veramente molto lontano dalla Terra, talmente lontano che i suoi raggi ci arrivano perfettamente paralleli! È così lontano che non lo si può disegnare sulla carta se si vogliono riprodurre i suoi raggi !

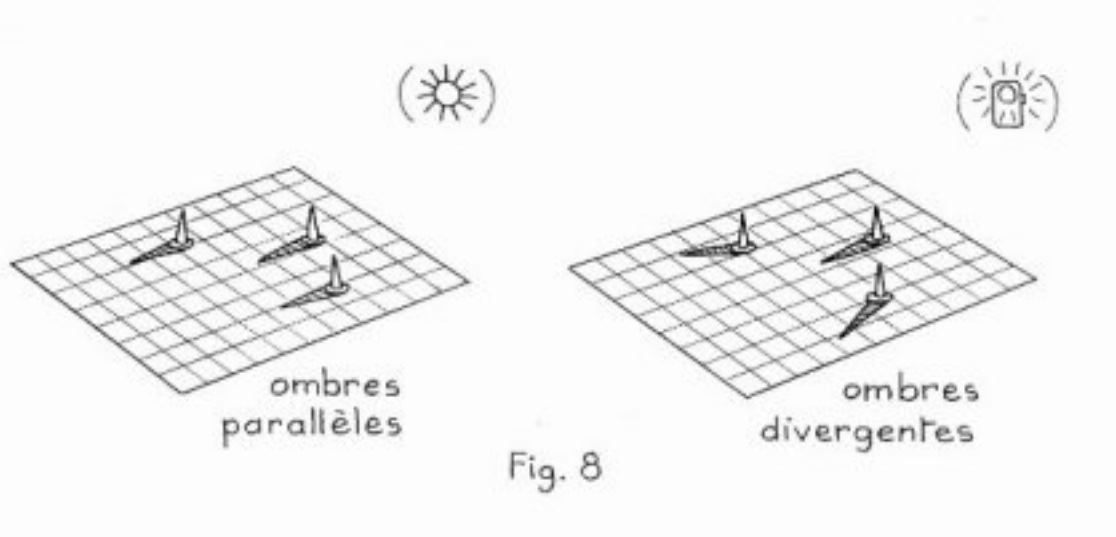


Fig. 8

Potete prolungare questa sessione con le attività facoltative sulla nozione di parallelismo.

Infine, rifate pure l'esperienza proposta all'inizio di questa sequenza, che arriva alla riscoperta della curvatura terrestre e permette ai ragazzi di ritrovare le osservazioni di Eratostene. In questo modo potrete verificare che ognuno di loro abbia capito bene l'esperimento al Sole.

Poi, potrete far realizzare ai ragazzi un grande pannello a muro nel quale siano spiegate le osservazioni di Eratostene e che riprende le due ipotesi sulla forma della Terra, disegnando stavolta i raggi perfettamente paralleli, per poi quindi concludere che la superficie terrestre è effettivamente curva e non piatta.

Osservazione: Durante questa sequenza, degli alunni obietteranno forse che sapevano già che la Terra era rotonda! Certo… ma grazie a questi esperimenti, anche se non hanno potuto provare che la Terra è rotonda, hanno almeno messo in evidenza il fatto che la sua superficie è curva. Approfittatene per passare in rassegna gli indizi che permettevano, più di 2000 anni fa, di supporre che la Terra fosse rotonda: progressiva scomparsa dell'albero maestro delle navi all'orizzonte, forma dell'ombra della Terra sulla Luna durante un'eclissi della Luna… Se alcuni alunni hanno già osservato il cielo di notte, potete anche parlare della cartografia del cielo e del fatto che alcune costellazioni (insiemi di stelle che formano una figura, come l'Orsa Maggiore) possono essere osservate in un solo emisfero per volta: il cielo stellato cambia configurazione quando ci si sposta sulla superficie della Terra ! Per esempio, si nota facilmente che l'altezza della stella polare sopra l'orizzonte diminuisce quando ci si dirige verso il Sud (e aumenta quando si va verso Nord).

Complemento: sarebbe un peccato non approfittare di questa sequenza per lanciare delle ricerche bibliografiche (enciclopedie, biblioteca o Internet) su questo grande studioso che era Eratostene, sulla Grande Biblioteca di Alessandria, sull'Egitto e la sua appassionante storia… Gli argomenti non mancano di certo !

.

Sessioni opzionali (Sequenza 1)

Sperimentare la formazione delle ombre

Nozioni trattate

La prima nozione da trattare nel Progetto Eratostene è naturalmente quella della propagazione rettilinea della luce, in quando concerne direttamente la formazione delle ombre. Poi si parlerà della nozione di ombra portata e di raggi divergenti. Successivamente, si introdurrà la nozione di parallelismo, quest'ultima in relazione con i raggi solari in quanto è grazie a questa particolarità che Eratostene ha potuto fare la propria misurazione del meridiano terrestre. Infine, la nozione di correlazione tra l'evoluzione di un'ombra (lunghezza ed orientamento) e il movimento della sorgente luminosa.

Se desiderate saperne di più sulle nozioni trattate in questa scheda, consultata la nostra "scheda di assistenza tecnica "

Découpage de la séquence

Questa sequenza si articola in quattro parti. Ognuna di esse si suddivide in diverse sessioni di lavoro, di durata molto variabile: potrete pertanto frammentarle o raggrupparle secondo le circostanze. Tenete presente che il tempo da dedicare alle "tracce scritte" degli alunni nei loro quaderni di esperienza non deve essere preso in considerazione. (Precisiamo anche che le attività proposte nelle parti 2 e 4 si ispirano al libro. *L'Astronomie est un jeu d'enfant*, Le Pommier/Fayard).

Indice della sequenza:

1) Lavoro sulla propagazione rettilinea della luce
2) Lavoro sulle ombre e le loro relazioni con la sorgente luminosa
3) Nozione di raggi divergenti e di raggi paralleli
4) Osservazione dell'evoluzione delle ombre durante il giorno

1) Lavoro sulla propagazione rettilinea della luce

Durata: 1 sessione di un'ora, oppure due sessioni di 40 min. secondo le capacità degli alunni.

Luogo: un locale parzialmente esposto al sole, e un locale che può oscurarsi.

Materiale :

Per ogni gruppo composto da 3 a 5 alunni:
due piccoli specchi, una torcia elettrica, una matita nera, un foglio di carta bianco.
Prevedere poi un proiettore di diapositive ed un panno contenente della polvere di gesso.

Indchiesta preliminare.

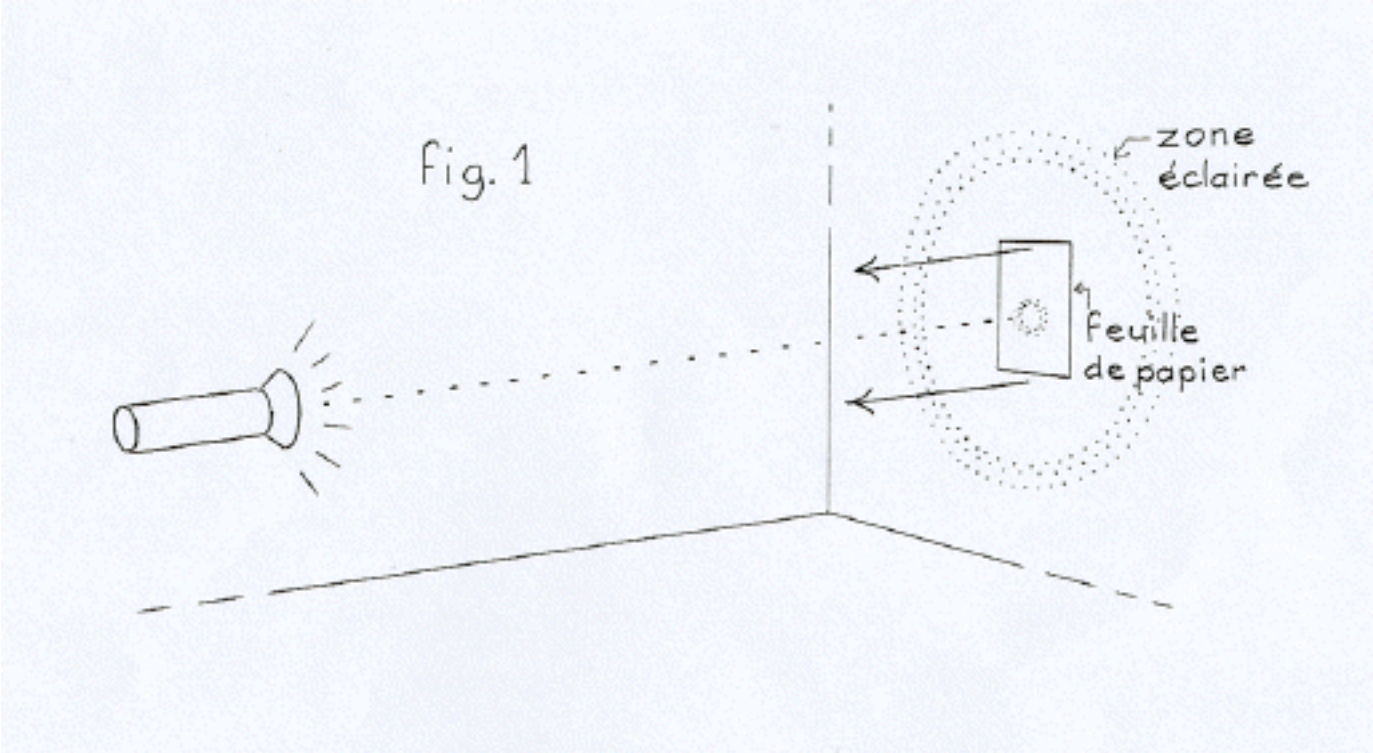
In generale, i bambini non si pongono alcuna domanda sulla propagazione della luce, che si tratti di quella del Sole o di quella di una sorgente luminosa elettrica (di una lampada per esempio): intuiscono che la luce si diffonde attorno alla sua sorgente in tutte le direzioni, visto che sono "immersi" nella luce, e questo per loro è sufficiente. Invece, riconoscono che una lampadina la faccenda è diversa, a causa del riflettore “che manda la sua luce verso l'oggetto che si vuole illuminare": precisano allora che la sua luce “va dritto dritto” verso l'oggetto in questione. D'altra parte, se li interrogate sulla possibilità di inviare "dritto dritto" la luce del Sole da qualche parte, alcuni pensano sicuramente ai giochi da poter fare con uno specchietto "così si può mandare il Sole negli occhi di un compagno !”

Disegni prima delle sperimentazioni.

Proponete agli alunni di illustrare con dei disegni quello che si è appena detto. Alcuni avranno forse l'idea di rappresentare i loro raggi luminosi (rettilinei o meno, con freccette o meno). Chiedere loro se vedono realmente questa parte del loro disegno. Concordare allora con gli alunni che se questo può aiutarli, possono rappresentare i raggi. Ma, poiché non li vedono, si decide di disegnarli con dei puntini... Adottare poi sistematicamente la stessa rappresentazione. Se gli alunni rappresentano in massa i raggi in modo rettilineo, bisognerà dunque chiedere loro se ne sono sicuri… Se i pareri non sono concordi, bisogna in ogni modo cercare di sapere chi ha ragione. Questo introduce la problematica del paragrafo seguente.

Sperimentazioni

Un primo momento di sperimentazioni – piuttosto breve – può aver luogo alternando i gruppi: da un lato, in un punto soleggiato della classe, i bambini si servono di uno specchio, per "rimandare il Sole" in una parte più buia della stanza, su un muro o sul soffitto, e osservano lo spostamento della macchia luminosa in funzione dell'orientamento dello specchio; dall'altro lato, in una stanza oscurata, gli alunni osservano la posizione degli oggetti illuminati con la loro torcia elettrica rispetto ad essa, valutando nel contempo la forma e l'estensione della zona illuminata. Ma potranno anche sperimentare il "rinvio" della luce della lampadina con uno specchio. I relatori di ogni gruppo verranno certamente a confermare che la luce ha effettivamente qualcosa da vedere con dei percorsi rettilinei. Ma come fare per cercare di verificare questo fatto, per esempio con l torcia elettrica ? Secondo momento della sperimentazione: gli alunni che hanno un'idea si incaricano di eseguirla dopo aver riunito il materiale necessario. Per gli altri, proponete un foglio di carta bianca, da tenere all'inizio contro un muro, nella parte illuminata da una torcia elettrica, in modo che il piccolo"cerchietto" centrale molto luminoso – di cui si traccerà il contorno con la matita sul foglio – si trovi al centro di questo foglio (figura 1). Poi si porta lentamente il foglio verso la torcia elettrica (immobile !) mantenendo il cerchietto luminoso nel tracciato: gli alunni osservano che è con un movimento rettilineo verso la sorgente luminosa che si può ottenere questo effetto.



Fotografia Huguette Farges (Compiègne)

Disegni dopo le sperimentazioni.

Gli alunni fanno altri disegni, che saranno sicuramente più complessi e più precisi dei primi. Li accompagnano da una breve didascalia esplicativa.

Per andare più lontano.

I bambini avranno osservato che i raggi luminosi all'uscita delle torce elettriche non sono visibili: è necessario che un oggetto vi si ponga davanti, e che dunque "tagli" il loro percorso, perché l'occhio veda l'oggetto illuminato, in quanto quest'ultimo rinvia la luce nei nostri occhi (l'ideale sarebbe ripetere questa operazione in un locale molto grande e nell'oscurità assoluta). Si farà allora ricorso alla memoria degli alunni perché cerchino in quali occasioni hanno potuto scorgere uno o più fasci luminosi: raggi di luce che passano attraverso un foro della persiana in una stanza dove si trovano delle piccole particelle di polvere in sospensione, raggi di sole che filtrano attraverso il fogliame o quando c'è foschia, fari di automobile nella nebbia, fumo di sigarette nel fascio di un proiettore …: si farà notare loro che ogni volta si è in presenza di particelle fini: infatti, esse ricevono la luce della fonte e riemettono la luce da tutti i lati (come la Luna): si dice che queste particelle diffondono la luce. Si può mettere in evidenza questo fenomeno in un posto molto buio: si produce per esempio una nuvoletta di polvere di gesso scuotendo uno straccio per la lavagna sopra il fascio luminoso di un proiettore per diapositive.

---

2) Lavoro sulle ombre e sulle loro relazioni con la sorgente luminosa

Durata: diversi momenti di osservazione all'esterno, in funzione della meteo; una sessione di 20 minuti di tracciati di ombre all'esterno, un'altra per simulazioni all'interno.

Luogo: luogo soleggiato con pavimentazione asfaltata; luogo che può oscurarsi.

Matériale :

Per ogni gruppo di 3-5 alunni:
gessetto, metro anastro da cucito o da arrotolare, calcolatrice, lampadina tascabile, matita o oggetto di forma affusolata, plastilina, foglio bianco, matita, carta millimetrata. /font>

Indagine preliminare

Dopo averlo espresso con il disegno "di un bastone al Sole" (nel questionario-test), gli alunni dicono quello che sanno delle ombre in generale e del modo in cui si formano. Quindi viene loro proposto di disegnare se stessi "al Sole", accanto ad un albero e ad una casa, secondo la loro opinione circa quello che si è appena detto prima.

Confronto dei disegni

Gli alunni, al momento del pre-test, hanno prodotto dei disegni che necessariamente comporteranno delle divergenze. L'insegnante riproduce quelli che presentano caratteristiche contraddittorie e chiede in primo luogo agli alunni, suddivisi in gruppetti, di riflettere sugli errori che comportano questi disegni. L'osservazione del paragrafo seguente offre una maggiore problematica.

Osservazioni

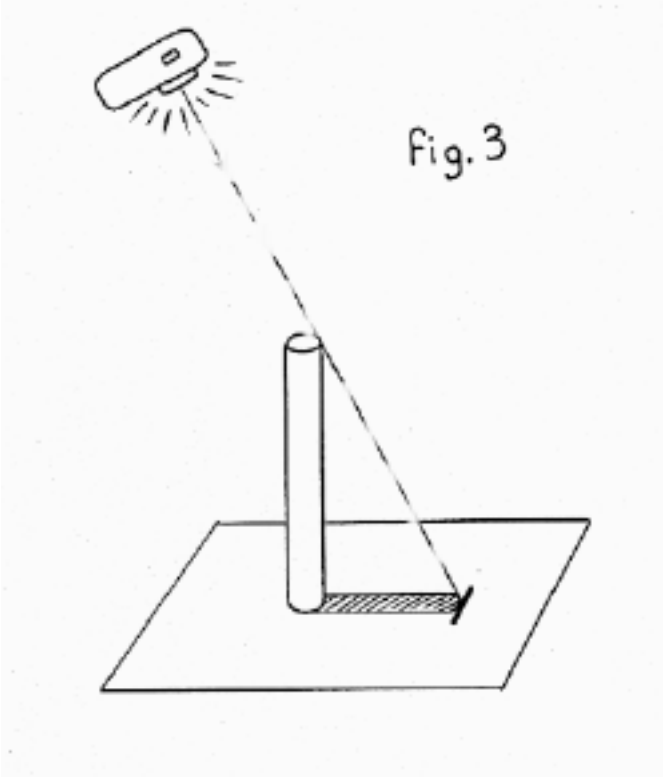
Le osservazioni vanno fatte con un tempo soleggiato ed anche quando il Sole è leggermente velato, in modo da poter constatare che le ombre sono più o meno nitide, più o meno contrastate, e che possono naturalmente scomparire non appena una nuvola passa davanti al Sole. La loro forma viene messa in relazione con la forma dell'oggetto stesso secondo la faccia che si presenta al Sole (di fronte, di profilo, di tre quarti, di sotto …).

Esperienze

I ragazzi possono scoprire che l'ombra, in realtà, non si limita alle due dimensioni che le vengono generalmente attribuite: passando la mano dietro un oggetto messo al Sole, o meglio, dietro un compagno, osservano che la loro mano si scurisce, e questo qualunque sia la sua distanza fra il bambino/oggetto e lo schermo sul quale si proietta la sua ombra (muro o suolo): si accorgono che l'ombra ha in realtà tre dimensioni, ma che non ha una consistenza propria, è una zona dello spazio nella quale la luce proveniente dal Sole non arriva. Quando un oggetto si frappone fra una sorgente di luce e uno schermo, sullo schermo si vede un'"ombra" che viene detta ombra portata. (Poiché nelle attività che seguono si farà riferimento solo a questa ombra portata, non sarà più necessario specificarlo).

Interpretazione di tracciati d'ombra..

Alcuni alunni si accorgono che la loro ombra non ha la loro stessa “ grandezza ”: come verificarlo? Effettuando dei confronti mediante alcune misurazioni di tracciato. I bambini si mettono in coppia: mentre uno si presenta di faccia rispetto al Sole, l'altro traccia il contorno della sua ombra con un gessetto su un pavimento asfaltato, includendo i piedi in quanto noi "camminiamo" sulla nostra ombra.
Come verificare, ora, se i tracciati sono di dimensioni identiche, superiori o inferiori alla statura degli alunni? Ogni coppia sceglie il proprio metodo e lo mette in pratica (il più semplice è quello di stendersi sul proprio tracciato !).



Sperimentazioni con una torcia elettrica

Frattanto, gli alunni si saranno chiesti la causa di questa differenza tra la loro statura e la lunghezza della loro ombra, e avranno capito che l'altezza del Sole sopra l'orizzonte a qualcosa da vedere con questo fenomeno. Per poter inquadrare bene il fenomeno, eseguiranno delle simulazioni a gruppetti, con una torcia elettrica ed un oggetto qualsiasi (una matita infilzata in una palla di plastilina è un sistema ideale): non metteranno molto tempo a stabilire un legame fra l'altezza della lampada e la lunghezza dell'ombra dell'oggetto..

Ma è possibile che qualche "drittone" faccia una scoperta che viene a contraddire questo fatto: sfiderà i suoi compagni a trovare il modo di abbassare o alzare la lampadina senza che l'ombra ottenuta all'inizio vari di lunghezza (si traccerà un punto di riferimento su un foglio di carta sul quale è posato l'oggetto). La figura 3 mostra che l'angolo formato dal fascio luminoso e il foglio deve rimanere costante: perché questo si verifichi, la lampadina deve essere abbassata, con un movimento rettilineo, verso la cima dell'oggetto (la cosa più semplice sarebbe, naturalmente, che questo angolo sia uguale a 90°: in questo caso, la lampadina, durante la sua discesa, rimane perpendicolare

all'oggetto, la cui ombra allora "scompare", proprio come nella storia di Eratostene !

Ed è anche perfettamente possibile che altri alunni scoprano che, quando la lampadina viene spostata lateralmente, l'ombra fa la stessa cosa “ ma al contrario! ” Ritroveranno questo fenomeno un po' più in là …

Disegni con didascalie

Gli alunni registrano le loro osservazioni relative a questa parte con degli schizzi accompagnati da didascalie. Si può anche chiedere loro di riprodurre su una scala di 1/10esimi, su carta millimetrata, un personaggio visto di profilo che abbia la loro stessa statura, con la sua ombra davanti a lui (quindi rappresentato a sinistra o a destra, come nella figura 3), e la cui lunghezza corrisponderà alle misure da loro rilevate; studieranno come collocare il Sole nel modo più esatto possibile: alcuni penseranno a tracciare il raggio solare obliquo, che passa da sopra la testa del personaggio e arriva fino all'estremità dell'ombra, e lo prolungheranno verso l'alto per posizionare il Sole. Nota: Se gli alunni rappresentano i raggi, dovrebbero farlo con dei puntini...

Per andare più lontano

È possibile che degli alunni si pongano un interrogativo circa il fatto che i contorni delle ombre appaiono più o meno nitidi: possono essere portati a scoprire, mediante degli esperimenti molto semplici, che questa mancanza di nitidezza corrisponde alla cosiddetta penombra, e che la sua formazione è legata alla dimensione della fonte luminosa, puntuale o meno. Non daremo in questa sede i dettagli di queste esperienze in quanto il fenomeno in questione non rientra – o rientra molto poco – nel progetto Eratostene. Per gli insegnanti interessati, comunque, segnaliamo che troveranno tutti i necessari dettagli nel dossier Eclipses (Eclissi) del sito, sequenza s’initier à l’éclipse de Lune (introduzione all'eclissi della Luna) e sequenza faire apparaître la pénombre (fare apparire la penombra).

Valutazione intermedia

Si può prevedere una valutazione intermedia, completamente formativa, per vedere se, a questo punto, gli alunni hanno acquisito le nozioni che dovranno sfruttare più tardi.

L'insegnante può proporre loro un disegno molto semplice. 1. Vista in sezione, una strada affiancata da due marciapiedi ed un palo elettrico su uno dei marciapiedi (NON DISEGNARE IL SOLE !). Domanda: Posiziona il Sole affinché l'ombra del palo raggiunga il marciapiede di fronte ?

---

3) Nozione di raggi divergenti e raggi paralleli

Durata: simulazione di circa 15 minuti,; sperimentazioni e misurazioni all'esterno, per 20 minuti.

Luogo: locale da poter oscurare; luogo esterno esposto al Sole.

Materiale :

Per ogni gruppo di 3 – 5 alunni:
una lampadina tascabile,
tre o quattro matite,
plastilina,
un grande foglio di carta,
una riga graduata,
un cordino,
carta da ricalco.

Simulazione

L'insegnante espone la situazione: diverse matite verranno messe in piedi sul tavolo ed una lampadina tascabile le illuminerà da dietro, quindi domanda agli alunni di prevedere: cosa succederà quando accenderete la lampadina? (le lampadine non sono state ancora distribuite).

Nota: Questo momento di anticipazione permette al maestro di valutare le nozioni che hanno i suoi alunni circa la propagazione rettilinea, e agli alunni di avere una certa consapevolezza del loro modo di ragionare. Se, dopo verifica, l'esperienza non conferma la previsione, gli alunni capiranno senz'altro meglio l'origine del loro errore.

Si distribuiscono le lampadine tascabili ad ogni gruppo di bambini. Questa volta, con la loro torcia elettrica, gli alunni illuminano diverse matite disposte come mostra la figura 4, ma su un grande foglio di carta. prendono nota di quello che notano di particolare: i bambini che hanno press'a poco allineato le loro matite, più o meno distanziate le une dalle altre e illuminate da dietro, osservano immediatamente che le ombre “ si allontanano le une dalle altre verso la punta ”, e lo fanno tanto più quanto la lampadina si avvicina alle matite (figura 4a). Vedono anche che, allontanando la lampadina, le ombre “ si raddrizzano ” ma senza poter “ riuscirci perfettamente perché la luce della lampadina non è abbastanza forte e non hanno spazio per andare ancora più indietro ”. Chiedete loro quale fonte di luce potrebbe essere abbastanza potente e abbastanza lontana per verificare se le ombre possono “ diventare del tutto dritte ”: ce ne sarà pur uno che finirà per pensare al Sole !

Nota: È possibile (ma non certo) che gli alunni osservino che, allontanando la lampadina, le ombre si raddrizzano. Allo stesso modo, si può chiedere loro se è possibile ottenere delle ombre parallele. Anche in questo caso, è interessante procedere ad una fase di anticipazione prima della sperimentazione (bisognerebbe ritirare momentaneamente le lampadine tascabili).
Se qualcuno tira fuori l'idea del Sole, tanto di guadagnato, ma non confermarla. Tenerla da parte come un'ipotesi "Alcuni pensano che con il Sole si otterranno ombre parallele, che ne pensano gli altri ?..." Se l'idea invece non salta fuori, l'insegnante porrà la domanda: "come pensate che saranno le ombre con il Sole?". Questo permetterà di introdurre la seguente sperimentazione.

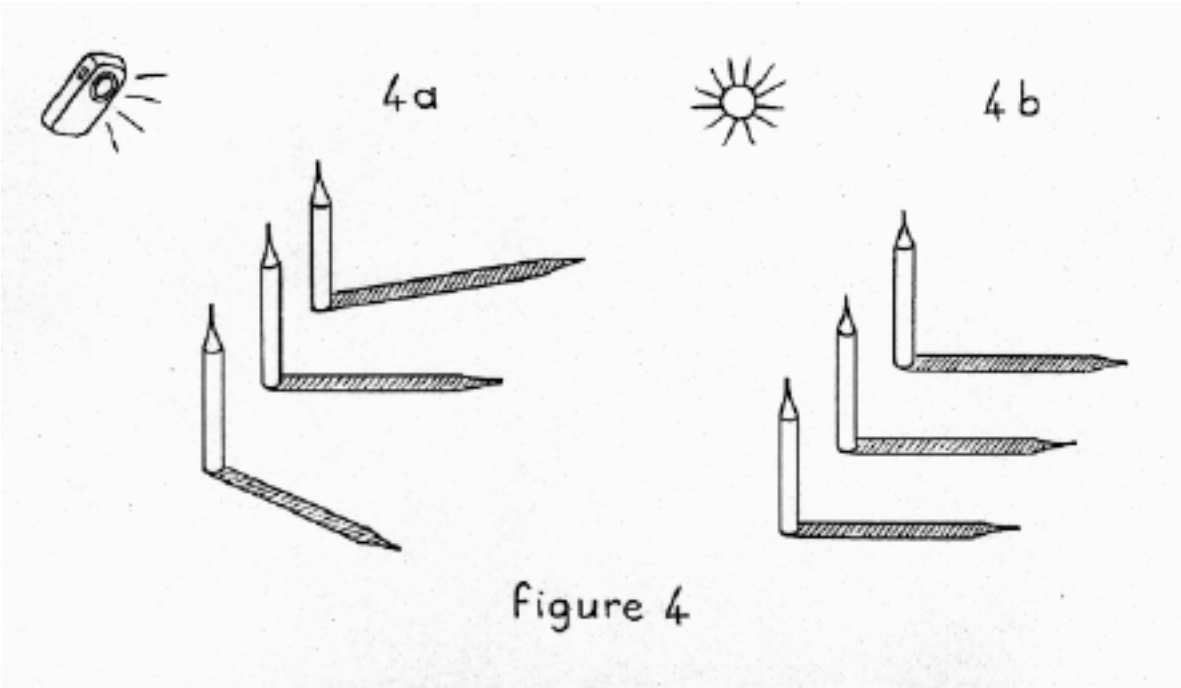


Figure 4

Sperimentazione all'esterno

Gli alunni sistemano nuovamente le loro matite al Sole. A condizione che gli oggetti siano pressoché paralleli fra di loro (ma non necessariamente verticali) e che il suolo sia piano in questo punto (ma non necessariamente orizzontale) essi osservano che le ombre hanno l'aria di essersi “ completamente raddrizzate ” (figura 4b). I ragazzi che hanno risposto bene alla domanda n°4 del questionario-test si ricorderanno forse della parola "parallelo". Come verificare questo parallelismo? Alcuni propongono di misurare la distanza delle ombre alla loro base e alla loro estremità, “ ma solo se le matite hanno effettivamente la stessa altezza ”, condizione che si cercherà di ottenere quanto meglio possibile, come pure il parallelismo fra le stesse matite. Le matite verranno disposte su un grande foglio di carta sul quale si tracceranno accuratamente le loro ombre, per procedere alle misurazioni una volta tornati in classe.

Misure ed interpretazioni

Una volta eseguite le misurazioni e confrontati i risultati, assumendo differenze che non siano superiori ad un mezzo centimetro in eccesso o in difetto, gli alunni arriveranno alla conclusione che esiste un parallelismo probabile delle ombre. Prima di poterne dedurne il parallelismo dei raggi solari, dovranno fare alcune osservazioni durante altre simulazioni, all'inizio con una torcia elettrica, poi al Sole.

Nuove osservazioni

Innanzi tutto, come vedere perché le ombre divergono con una torcia elettrica? Ricordandosi dello schizzo eseguito sulla carta millimetrata, alcuni alunni proporranno sicuramente di materializzare con un poco di spago il percorso dei raggi luminosi che partono dalla lampadina, passano sopra la punta di ogni matita, e raggiungono l'estremità della sua ombra (da un punto di vista pratico, bisognerà cercare il modo di ridurre al minimo le ombre parassite con i pezzi di spago a livello del vetro della lampada e all'estremità delle ombre). I ragazzi noteranno che “ è perché i pezzi di spago si distanziano che anche le ombre si distanziano ” (figura 5a).

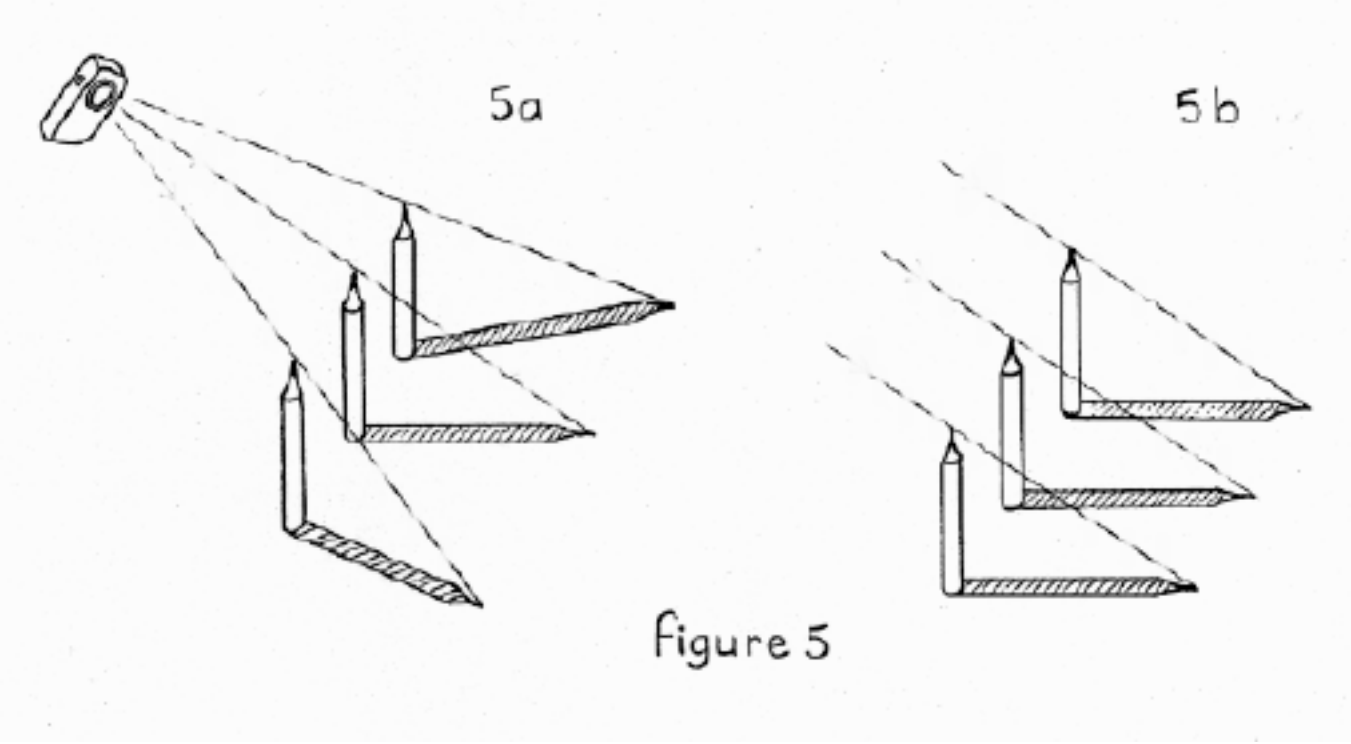


Figure 5

I più astuti aggiungeranno sicuramente: “ “ Ma allora, con il Sole, i pezzi di spago dovrebbero essere paralleli! ” (figura 5b). E sicuramente andranno a verificarlo sul posto e ne dedurranno che i raggi solari devono essere essi stessi paralleli.

Tracce scritte

I ragazzi illustreranno queste ultime trovate con disegni e didascalie.

Per andare più lontano

L’insegnante propone di cercare di tracciare le rette quanto più parallele possibile, ad occhio, quindi di verificarne il parallelismo in diversi modi fra cui il seguente: Gli alunni riproducono su carta da ricalco una rete di rette effettivamente parallele, grazie alle rigature di un foglio di carta a righe: questa rete, piuttosto stretta, viene poi posta sulle rette presunte parallele: facendo coincidere una di esse con una della rete, è possibile verificare il parallelismo di tutte le altre (figura 6a)

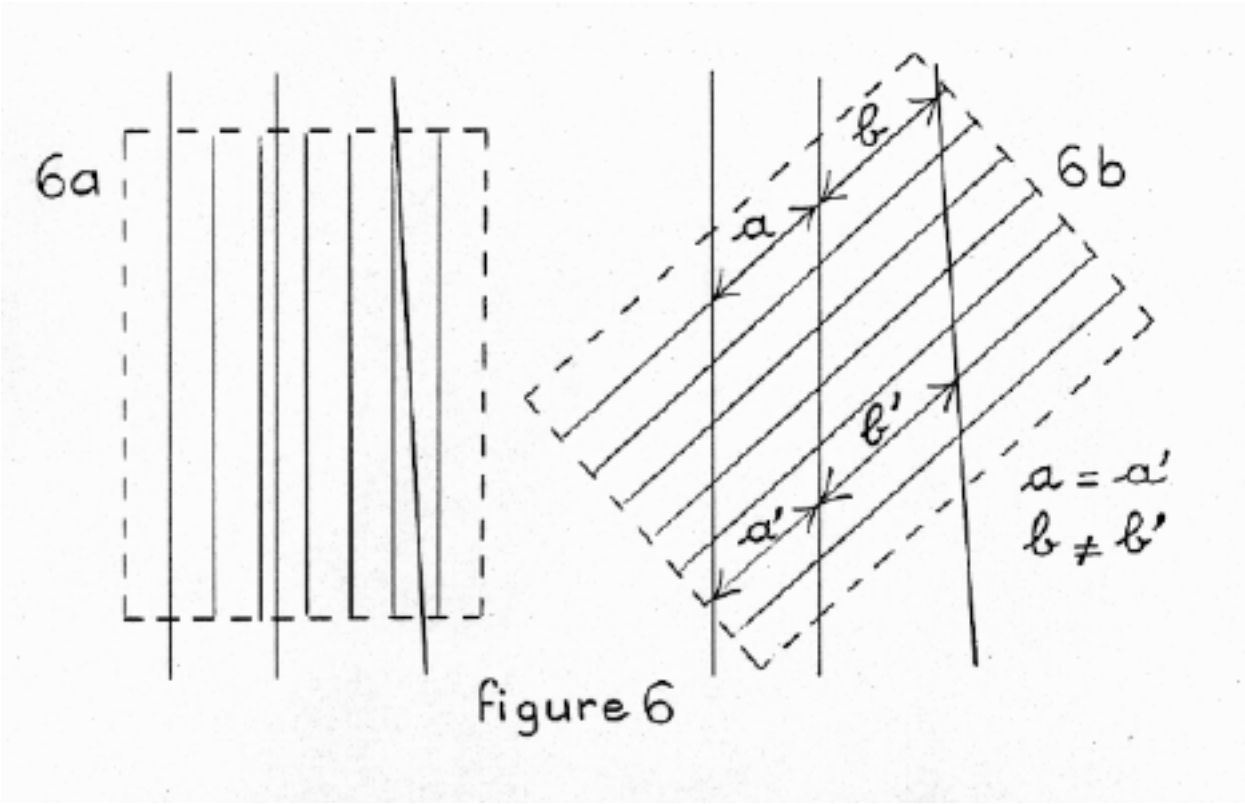


figure 6

Sovrapponendo questa rete, ma stavolta in modo qualsiasi, sulle rette in questione, quindi procedendo per ciascuna di esse alla misurazione di una coppia di segmenti ottenuti, confrontano i risultati (figura 6b). D'altra parte, gli alunni vedranno che è facile tracciare delle parallele oblique su della carta a quadretti.

---

4) Osservazione dell'evoluzione delle ombre lungo la giornata

Durata: momenti di osservazioni e di tracciati abbastanza brevi ma ripetuti nel corso di una giornata; sessione di simulazione da 30 a 45 minuti.

Luogo: luogo soleggiato per tutta la giornata, con pavimentazione asfaltata; luogo che si può oscurare.

Materiale :

Per ciascun gruppo di 3-5 alunni:
un oggetto della lunghezza di 10 - 15 cm che può stare in piedi o su una base di plastilina
dei gessetti,
un grande foglio di carta da ricalco,
un evidenziatore,
una lampadina tascabile,
un grande foglio di carta bianco.

Indagine preliminare

Interrogati sulle variazioni delle ombre nel corso di una giornata, gli alunni sostengono unanimemente che le ombre si allungheranno verso sera “ perché il Sole sta per tramontare ”. Ne deducono che al mattino devono essere di nuovo molto lunghe “ perché il Sole è appena sorto ”. Per quanto riguarda il resto della giornata, pensano che le ombre si accorciano prima fino al momento “ di andare a pranzo perché il Sole è su in alto nel cielo”, per poi allungarsi. Se si chiede loro di disegnarsi in questi vari momenti, in generale si limitano a tradurre le variazioni di lunghezza della loro ombra, con il Sole dietro di loro a diverse altezze, senza riprodurre un qualsiasi spostamento dell'astro e dunque delle ombre..

Osservazioni

Per saperne di più, gli alunni osserveranno l'ombra di elementi situati all'esterno, al sole, e questo una volta di mattina, un'altra all'ora di pranzo e due volte nel pomeriggio. Se le variazioni di lunghezza previste risultano essere globalmente esatte, il fatto che le ombre cambino allo stesso tempo direzione li sorprende in un primo tempo. Ma presto ne capiscono la causa: “ È perché il Sole cambia posto nel cielo ! ”.

Tracciati d'ombra

Come fare, allora, per rilevare con precisione l'evoluzione delle ombre nel corso di una giornata, e mantenerne una traccia? Disegnando l'ombra di uno stesso oggetto in diversi momenti ! Gli alunni, suddivisi in gruppetti, scelgono un oggetto qualunque (ma che non superi una ventina di centimetri di altezza) e lo posano per terra, in un posto che rimane esposto al sole lungo tutta la giornata: se l'oggetto non può restare sul posto, disegnano con un gessetto il contorno della sua base per poterlo rimettere esattamente sullo stesso punto ulteriormente e con lo stesso orientamento.

Circa ogni ora, e a turno, un membro di ogni gruppo viene ad eseguire il nuovo tracciato d’ombra. Alla fine della giornata, tutti gli alunni ritornano sul sito per constatare che le ombre sono “ girate ” attorno alla base degli oggetti, cambiando nel contempo lunghezza. A questo punto, si incaricano alcuni bambini di ricalcare, su grandi fogli di carta da ricalco, la loro serie di tracciati di ombre in previsione di un prossimo uso.

Attenzione: Dopo la partenza degli alunni, l'insegnante, con una bussola, individua discretamente la direzione nord/sud su una delle serie tracciate per terra, poi fa la stessa cosa sulla corrispondente carta da ricalco, vedremo perché nelle sequenze successive.

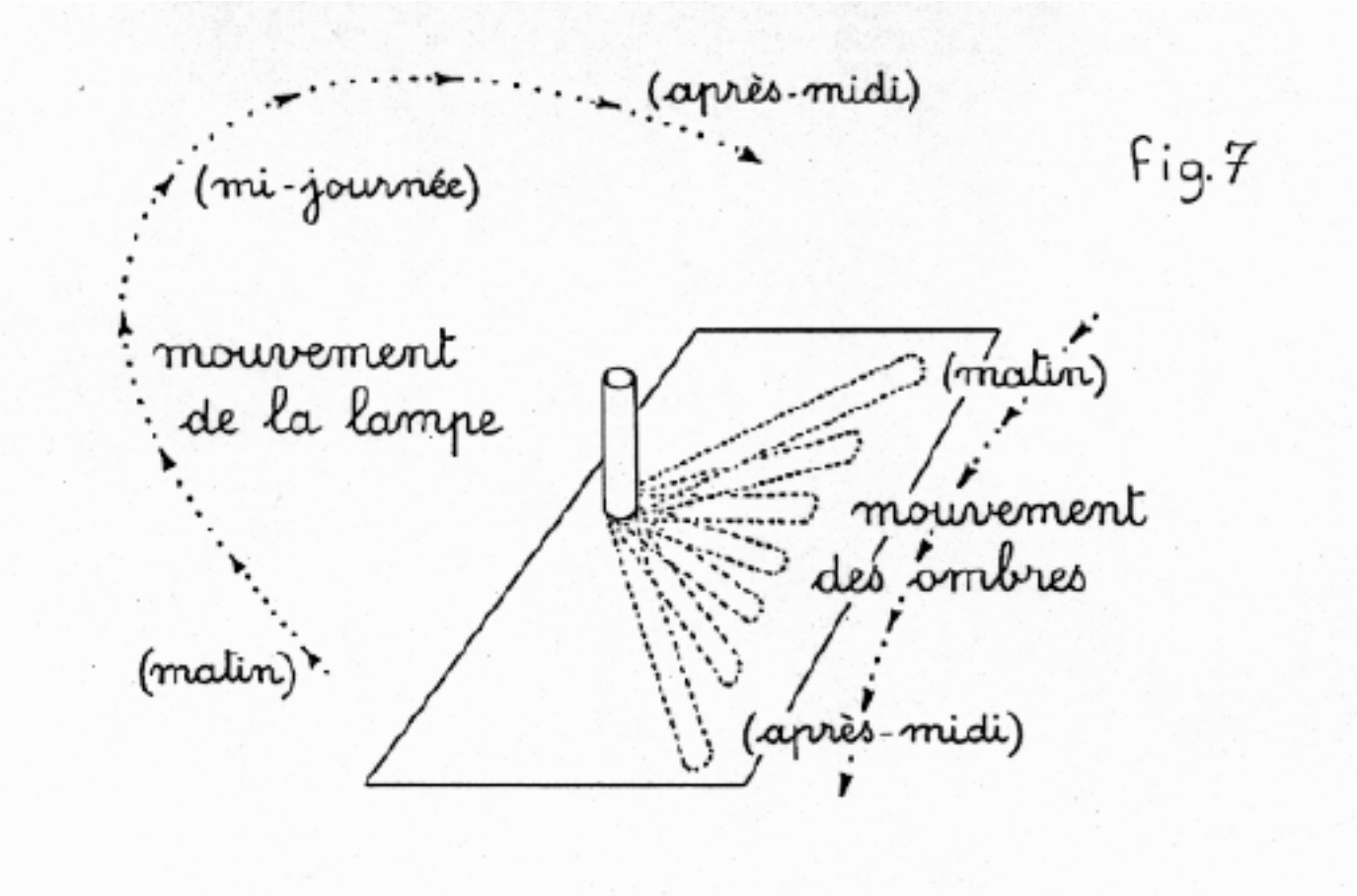
Disegni con didascalia

I bambini cercano di tradurre al meglio il fenomeno osservato. Alcuni hanno l'idea di disegnare altrettanti piccoli soli di quanti sono i tracciati d'ombra, cercando di metterli ognuno in opposizione: questo, grazie a tracciati di raggi che passano dalla cima dell'oggetto e che cadono all'estremità dell'ombra, provando in tal

modo che hanno capito bene il meccanismo in questione.

Simulazione

Ora si tratta di riprodurre il fenomeno osservato nella sua duplice componente: variazione di lunghezza delle ombre e, congiuntamente, rotazione di queste ombre. In un luogo oscurato, gli oggetti che sono prima serviti per i tracciati delle ombre vengono disposti su un grande foglio di carta bianca. In ogni gruppo, ci si sforza di produrre il movimento della lampadina che permette di simulare, in modo accelerato, il movimento apparente del Sole ! Questo, per arrivare a rappresentare sia il movimento dell'ombra dell'oggetto che l'evoluzione della sua lunghezza. Alcuni alunni, ricordandosi dell'effetto prodotto dallo spostamento laterale della loro lampadina verso un oggetto, trovano il modo di incurvare questo spostamento per ottenere gli effetti desiderati (figura 7).



Mettendo poi l'oggetto sul foglio di carta da ricalco nel quale sono stati riprodotti i tracciati della sua ombra nel corso di una giornata, ogni alunno, a turno, tenta di spostare l'ombra dell'oggetto per farla coincidere con ogni tracciato: questo, in modo prima discontinuo, più o meno stentato, poi di continuo, per la qual cosa è necessaria una buona coordinazione del gesto e dello sguardo. Alcuni ci riescono abbastanza bene e allora si vantano di essere riunisciti ad imitare " il vero Sole ! "

La tappa successiva consisterà dunque nell'individuare con maggiore precisione il movimento apparente del Sole

Sequenza 1

Assistenza tecnica della sequenza 1

Fiat lux !

L'insieme delle sequenze, e in particolare la prima , mettono in tavola un insieme di nozioni relative ai fenomeni luminosi (propagazione della luce, riflessione e rifrazione dei raggi, formazione delle ombre e parallelismo dei raggi luminosi,...). Non parleremo, in questa sede, della natura stessa della luce, ma vi consigliamo di tenere presenti i punti indicati più sotto per evitare di incappare in qualche scoglio...

Percezione della luce

Contrariamente a quanto credono molti bambini, se noi vediamo gli oggetti è perché dei raggi luminosi sono partiti dalla superficie di questi oggetti per raggiungere il fondo del nostro occhio, e non il contrario! È difficile per loro immaginare che un oggetto che non sia una lampadina o il Sole possa, di per sé, "mandare" una luce.

Per capirlo, bisogna distinguere due tipi di sorgenti: quelle che producono la luce (candela, filamento di una lampadina elettrica, Sole) e quelle che rimandano la luce che hanno ricevuto (tutti gli oggetti o gli esseri viventi che ci circondano e che possiamo vedere). Pertanto, un oggetto comune che non emette luce può essere visto solo se è illuminato e se i raggi che rimanda ci raggiungono. Se siete interessati ai meccanismi della visione, potete riportarvi alla scheda che descrive la struttura dell'occhio.

Propagazione della luce

Per capire in che modo si propaga la luce bisogna conoscere il mezzo che attraversa (vuoto, aria, liquido o cubo di vetro,...). Il caso più semplice è quello di un mezzo omogeneo, ossia quello le cui proprietà (temperatura, pressione, composizione) sono assolutamente identiche in ogni punto. In questo mezzo, la luce si propaga in linea retta finché non incontra un ostacolo, il che significa che essa segue la traiettoria corrispondente al tempo di percorso più breve.

Se, viceversa, il mezzo non è omogeneo (per esempio quando esistono grandi differenze di temperatura da un'estremità all'altra di questo mezzo), allora il percorso (dal punto di vista del tempo impiegato per attraversarlo) non è più una linea retta ma una traiettoria più o meno curva. Questo spiega, per esempio, il fenomeno dei miraggi. Analogamente, quando un raggio luminoso passa da un mezzo ad un altro (interfaccia fra l'aria e l'acqua ad esempio), esso viene deviato. Ce ne possiamo accorgere facilmente immergendo un bastone in una vasca: il bastone sembra "spezzato" perché i raggi che ci arrivano dalla sua parte immersa sono tutti bruscamente deviati quando passano nell'aria per andare a finire in fondo ai nostri occhi. È questa semplicissima esperienza che ha ispirato al fisico Descartes le celebri leggi che regolano la riflessione e la rifrazione (passaggio da un mezzo ad un altro).

Occorre poi fare una distinzione fra i mezzi trasparenti (l'aria, il vetro), che lasciano passare almeno una parte della luce, e i mezzi opachi (un pezzo di legno o di metallo), che la bloccano.

Incontro di un ostacolo e formazione delle ombre

Diffusione della luce

Quando un fascio luminoso incontra un oggetto opaco, esso viene in parte riflesso dalla sua superficie.

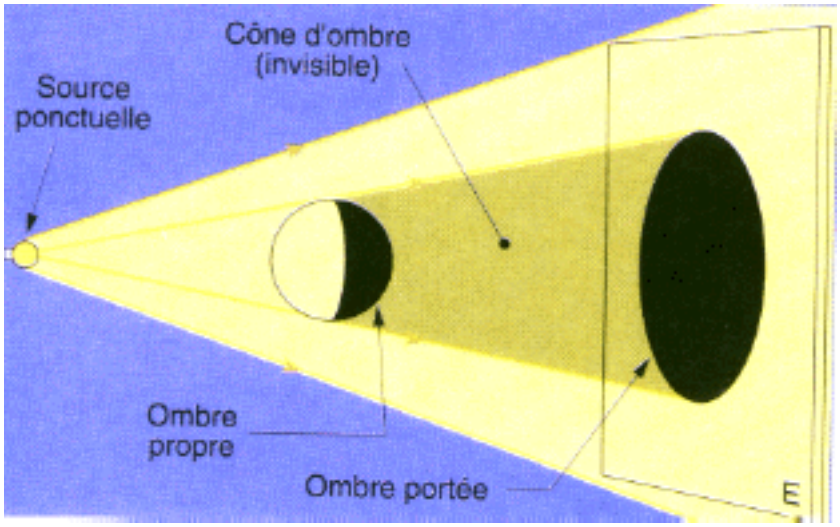
Prendiamo il caso di uno specchio che si trova in un'immensa stanza totalmente buia ed è illuminato da una semplice lampadina tascabile. Il fascio luminoso che colpisce lo specchio sembra riflesso in una sola direzione, che dipende dall'inclinazione dello specchio rispetto al fascio (basta muovere lo specchio per convincersene). Quella che allora si verifica sotto i nostri occhi è la semplice applicazione di una delle leggi di Descartes.

Osserviamo le cose più da vicino: la superficie dello specchio non è perfettamente piana, è composta da un insieme di sfaccettature che a loro volta riflettono la luce. In linea di massima, se lo specchio è ben levigato, queste sfaccettature hanno quasi tutte la stessa direzione, ma un certo numero di esse sono inclinate in modo aleatorio e rimandano la luce in altre direzioni. Qualunque sia la nostra posizione nella stanza (restando dal lato della superficie argentata), lo specchio rimane visibile: questa è appunto la dimostrazione che dei fasci luminosi provenienti dalla sua superficie sono riflessi in tutte le direzioni, anche se non sono la maggioranza dei fasci.

Questo fenomeno si chiama **la diffusione**: quando un fascio luminoso raggiunge un punto di un oggetto (opaco o trasparente), questo punto diventa a sua volta sorgente luminosa e rinvia fasci di luce in tutte le direzioni, il che ci permette di vederlo a partire dalla zona che si trova dal lato della fonte luminosa. Vediamo ora che cosa accade dall'altro lato del nostro oggetto opaco.

Formazione delle ombre

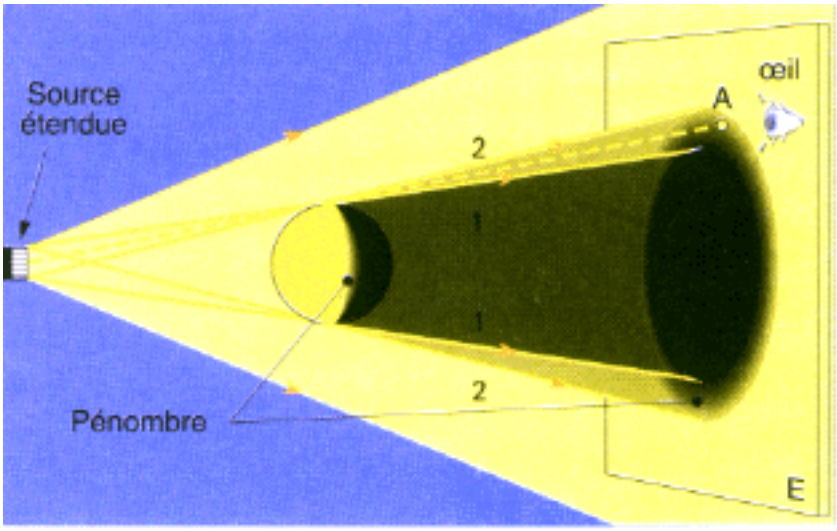
Facciamo il seguente esperimento: illuminiamo una pallina da tennis con una sorgente luminosa detta **puntuale**. Dal momento che in natura non esiste una sorgente che sia perfettamente puntiforme, usiamo una semplice lampadina tascabile. Il filamento della lampadina è molto piccolo e sottile, per cui possiamo considerare che questa sorgente è puntuale..



Se ci posizioniamo dietro la pallina, nella zona in cui non arriva la luce proveniente dalla lampadina, non vediamo la lampadina. Tutta questa zona situata dietro la pallina viene detta zona d'ombra o anche ombra propria. La pallina impedisce alla luce proveniente dalla lampadina di raggiungere questa zona. Sullo schermo, vediamo una macchia che viene detta ombra portata della pallina (perché è "portata" dallo schermo). Fra la pallina e lo schermo si individua una zona dello spazio in cui non penetrano i raggi luminosi provenienti dalla lampadina. Nel caso presente, per via della forma rotonda della pallina, questo volume dello spazio ha una forma particolare: è un cono d'ombra.

Quando la sorgente di luce è estesa, il che è quasi sempre il caso (Sole, riverberi, etc...), sullo schermo compare una zona di confine fra la parte illuminata e la parte in ombra: è la penombra. L'occhio non può

distinguere la linea che delimita l'ombra dalla penombra. Se ci mettiamo nella zona di penombra e guardiamo in direzione della sorgente luminosa, vediamo una parte della sorgente estesa (vi invitiamo a fare la prova!).



Per rappresentare graficamente le zone d'ombra e di penombra, basta tracciare delle rette fra i punti estremi della lampadina e i punti dell'oggetto (vedere figura). Nessuna retta che parte da un punto della lampadina può raggiungere un punto della zona d'ombra poiché tra di essi c'è l'oggetto. Allo stesso modo, vedrete un oggetto illuminato solo se esiste una retta che va dall'oggetto al vostro occhio senza incontrare ostacoli: mettetevi sotto una tavola e non vedrete gli oggetti che vi stanno sopra. Invece, alcuni raggi provenienti dalla sorgente raggiungono la zona di penombra. Se ci si mette in modo che il proprio occhio (ricevitore) si trovi all'interno del cono l'ombra, l'occhio non vede la sorgente luminosa.

Sostituiamo ora la lampadina dell'esperienza con il Sole, la pallina da tennis con la Terra ed introduciamo un terzo attore, la Luna. Se la Terra entra nel cono d'ombra della Luna o viceversa, si verifica un fenomeno ben noto: l'eclissi.

La dimensione e l'orientamento di un'ombra possono anche darci un'informazione sulla posizione della sorgente luminosa. È così che l'ombra di uno gnomone indica con precisione il corso regolare del Sole nell'arco del giorno. Ed è anche a partire da questo concetto che vengono realizzati i quadranti solari.

Alcuni "scogli" da evitare!

L'affermazione "l'ombra è la zona che non riceve luce" è generalmente scorretta perché è imprecisa: nei casi normali c'è sempre una superficie (un muro, un pavimento, altri oggetti vicini,…) che riflettono una parte della luce verso l'oggetto che si osserva. Di conseguenza, il nostro oggetto proietta diverse ombre, anche se non sono tutte facilmente visibili ! Viceversa, se consideriamo una stanza buia, infinita e senza muri (si può dunque considerare un'oscurità assoluta) ed illuminiamo un bastone con una lampada, l'ombra di questo bastone non riceverà alcuna luce. In sostanza, nella vita corrente la zona d'ombra creata dalla sorgente primaria non è necessariamente una zona di assenza di luce, per cui è più preciso dire che è la zona a partire dalla quale non è possibile vedere la sorgente di luce, perché è completamente nascosta dall'oggetto. La penombra corrisponde pertanto alla zona a partire dalla quale si vede solo una parte della sorgente estesa occultata dall'oggetto.

Parallelismo e divergenza

Un punto essenziale dell'esperimento di Eratostene: il parallelismo dei raggi solari. Come capirlo semplicemente?

Si considera che i fasci luminosi emessi da una fonte sono paralleli solo se questa fonte si trova a una distanza infinita dal suo osservatore. In pratica, e senza stare a filosofare sulla nozione di infinito, si assumerà che esiste una distanza (dipendente dalle dimensioni di questa fonte) oltre la quale si può considerare, per approssimazione, che i raggi che giungono fino a noi sono paralleli fra di loro.
Esaminiamo il caso del Sole..
Scegliamo due raggi emessi da uno stesso punto della superficie del Sole che raggiungono le due estremità di un muro alto 2 m. Si può stimare facilmente l'angolo fra questi due raggi calcolando il seguente rapporto: l'altezza del muro (2 metri) divisa per la distanza dal punto della superficie del Sole (circa 150 milioni di km, ossia 150 miliardi di metri!), si ottiene un angolo (in un'unità che si chiama "radiante") estremamente piccolo (come potete immaginare) che non si può vedere ad occhio nudo. Si può dunque dire per approssimazione che questi due raggi sono paralleli.

Può la stessa cosa valere per un comune, una regione, un paese o la stessa Terra? Sostituite l'altezza del muro con la distanza che vi interessa (tra due città o tra il polo Nord ed il polo Sud) e rifate il calcolo: in ogni caso troverete un angolo estremamente ridotto. Si può dunque considerare che i raggi che ci arrivano sulla Terra da uno stesso punto della superficie del Sole sono paralleli.

Ma il Sole non si riduce ad un solo punto: è una sorgente grande, anzi molto grande. Il suo diametro misura la bellezza di 1,4 milioni di km! La luce che ci arriva dal Sole è pertanto contenuta in un fascio luminoso, un cono che ha per base la superficie del Sole e per vertice il nostro occhio. Tutti i raggi contenuti in questo cono non sono perfettamente paralleli fra di loro, ma formano un piccolo angolo. L'angolo massimo è quello che separa i raggi provenienti dai bordi opposti del disco solare. Procedendo come in precedenza, possiamo valutare questo angolo calcolando il seguente rapporto: diametro del Sole diviso per la sua distanza ~ 1/100. Questo angolo (uguale a 0,5 gradi) è quasi trascurabile, e ad una prima approssimazione si può considerare che tutti questi raggi sono paralleli. Ma si tratta solo di un'approssimazione: basta osservare l'ombra di una matita posata su un tavolo per capire che l'ombra leggermente sfumata della punta della matita non è altro che la traccia dei vari raggi leggermente divergenti che provengono dal disco solare. Se questi raggi fossero perfettamente paralleli fra di loro, l'ombra sarebbe perfettamente nitida ed il Sole ci apparirebbe come un punto nel cielo. Questo è precisamente il caso delle stelle che osserviamo di notte: sono talmente lontane da noi che il loro disco si riduce ad un punto, e tutti i loro raggi arrivano a noi paralleli (o quasi !).

Attenzione, pericolo !

Guardare il Sole ad occhio nudo è estremamente pericoloso, per questo è assolutamente necessario usare dei filtri speciali (occhiali distribuiti per le eclissi od occhiali da saldatore almeno di grado 4). Si producono delle lesioni degli occhi indolori e definitive, che però si rivelano solo in capo ad alcune ore o ad alcuni giorni. Avvisate i bambini di questi rischi: è formalmente sconsigliato guardare il Sole senza protezione. Esistono appositi occhiali che vi permettono di ammirare il disco solare e valutarne il diametro con la massima sicurezza.

Uno scoglio da evitare

I bambini disegnano i raggi del Sole come una corona tutt'intorno al disco e rappresentano in tal modo implicitamente dei raggi fortemente divergenti. È forse un errore? Sì e no. La superficie del Sole emette raggi in tutte le direzioni (lo si può vedere da qualsiasi punto dello spazio in cui ci si trova), dunque i raggi disegnati esistono effettivamente, ma non arrivano fino a noi ! Quasi tutti questi fasci luminosi partono nello spazio verso stelle lontane, mentre a noi ne arriva solo una piccola parte (quelli contenuti nel cono di cui si parlava più sopra). Per rappresentare correttamente i raggi che arrivano sulla superficie della Terra, non bisogna dunque disegnare il disco del Sole, ma i raggi paralleli che arrivano fino a noi.

(Volendo essere molto precisi, dovremmo disegnare attorno a ciascuno dei raggi paralleli un piccolo cono luminoso che ricorda che il Sole non è una sorgente puntuale !). Basta fare un disegno del Sole e della Terra su scala per capire le enormi distanze che entrano in gioco. Mano alle matite !

Sequenza 2

Scoprire le osservazioni di Eratostene e tentare di riprodurle

Introduzione

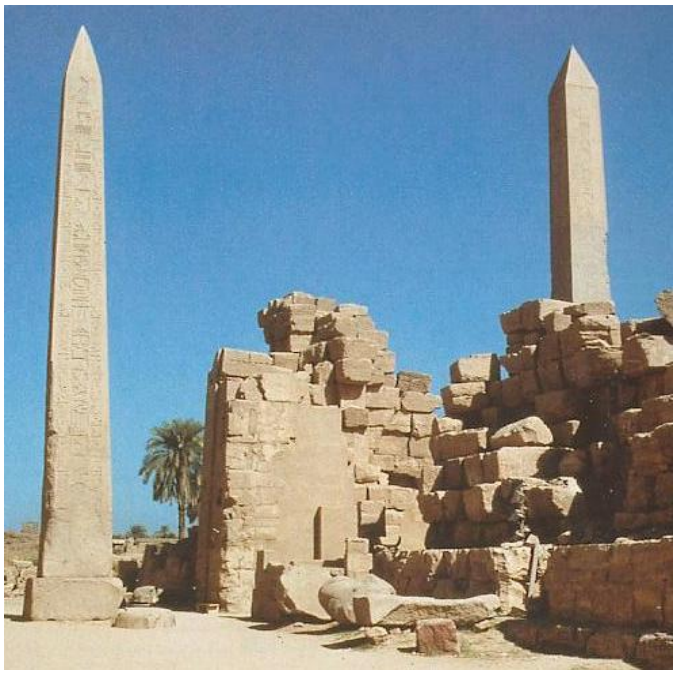
Durante questa sequenza i bambini scopriranno che l'ombra del bastone gira e varia di lunghezza nel corso di una giornata. Poi metteranno al Sole degli "obelischi" in miniatura creati da loro stessi, ossia degli gnomoni, prima diversi e poi simili. Tracceranno e misureranno le ombre in cinque o sei diversi momenti del giorno, confrontando i risultati con i loro compagni. Di fronte alla disparità delle loro misurazioni, capiranno la necessità di regolare i loro gnomoni in modo identico, per ottenere ombre simili. Questo li porterà a piantare gli gnomoni in posizione perfettamente verticale su un supporto a sua volta perfettamente orizzontale.

Nozioni

Evoluzione globale delle ombre nel corso di una giornata. Primi tracciati e prime misurazioni. Primi rilevamenti della direzione di queste ombre rispetto al nord dato da una bussola. Primi confronti. Nozione di verticalità e di orizzontalità.

Premessa: l'obelisco di Alessandria d'Egitto

Durante la prima sequenza di questo progetto, avete risolto una parte del mistero di Eratostene. Ecco il seguito di questa storia.
"Eratostene, dopo aver saputo, grazie al papiro, che il bastone piantato a Siene non aveva ombra, decise di capire questo sorprendente fenomeno. Per far questo piantò anch'egli un bastone al Sole e lo osserverò per lunghe ore. Poiché questo bastone non era perfettamente dritto e la sua ombra era molto piccola, decise di osservare l'ombra di un grande stilo di granito che si ergeva all'entrata di uno dei templi di Alessandria. Questo stilo era piantato per terra in posizione perfettamente eretta, e misurava quasi 20 metri di altezza, proiettando un'ombra ben più grande del suo bastone, era detto un obelisco. La sua cima a forma di piramide era rivestita d'oro, sicché brillava al Sole e la si poteva scorgere da molto lontano! Gli obelischi decoravano spesso l'entrata dei templi egiziani e delle tombe dei faraoni, ed Eratostene non ebbe nessuna difficoltà a trovarne uno vicino alla sua biblioteca. Lo osservò per ore e ore durante l'arco del giorno e le sue osservazioni gli permisero di capire una parte del mistero... "



Cosa ha potuto mai notare osservando l'ombra di questo obelisco per tutto il giorno? Tocca a voi scoprirlo facendo al Sole la stessa esperienza di Eratostene !

Mentre questo non era ancora stato precisato nel testo letto dai bambini al momento dell'avviamento del progetto, raccontate loro che l'ombra osservata e accuratamente misurata da Eratostene era quella di un obelisco. Alcuni

documenti saranno benvenuti per mostrare a cosa assomigliasse questo "grande stilo di granito" eretto all'ingresso dei templi egiziani.

Gli alunni saranno dunque portati a riprodurre questo nuovo esperimento di Eratostene. Cercheranno quali oggetti possono rappresentare un obelisco in formato ridotto e ne porteranno in classe. Ma, prima di poter realizzare degli gnomoni con cognizione di causa, dovranno mettere un bastone al Sole ed osservare a loro volta la strana danza delle ombre. Si tratterà di mettere il bastone al Sole non più per il tempo di un'osservazione puntuale della sua ombra, ma per rispondere alla domanda suscitata da un curioso dettaglio fornito dal testo: era in un momento particolare, il mezzogiorno solare, che erano state fatte le osservazioni e le misurazioni… Questo vorrebbe dire che le ombre variano nel corso della giornata ?

Durata : Questa sequenza è strutturata in quattro parti, ognuna delle quali può essere svolta in una o due sessioni, o anche in semplici momenti di attività saltuaria nel corso di una giornata soleggiata.

Indice della sequenza:

Individuare le variazioni dell'ombra di un bastone in diversi momenti di una giornata di scuola
2) Realizzare ed utilizzare diversi gnomoni.
3) Realizzare ed utilizzare alcuni gnomoni simili.
4) Utilizzare la nozione di verticalità e di orizzontalità per regolare gli gnomoni.

---

1) Individuare le variazioni dell'ombra di un bastone in diversi momenti di una giornata di scuola.

Durata : 5 o 6 momenti di 5 - 10 minuti nel corso di una giornata di sole per eseguire rilevamenti di ombra all'esterno

Luogo: punto scoperto ed esposto bene perché deve rimanere soleggiato per tutto il giorno.

Materiale :

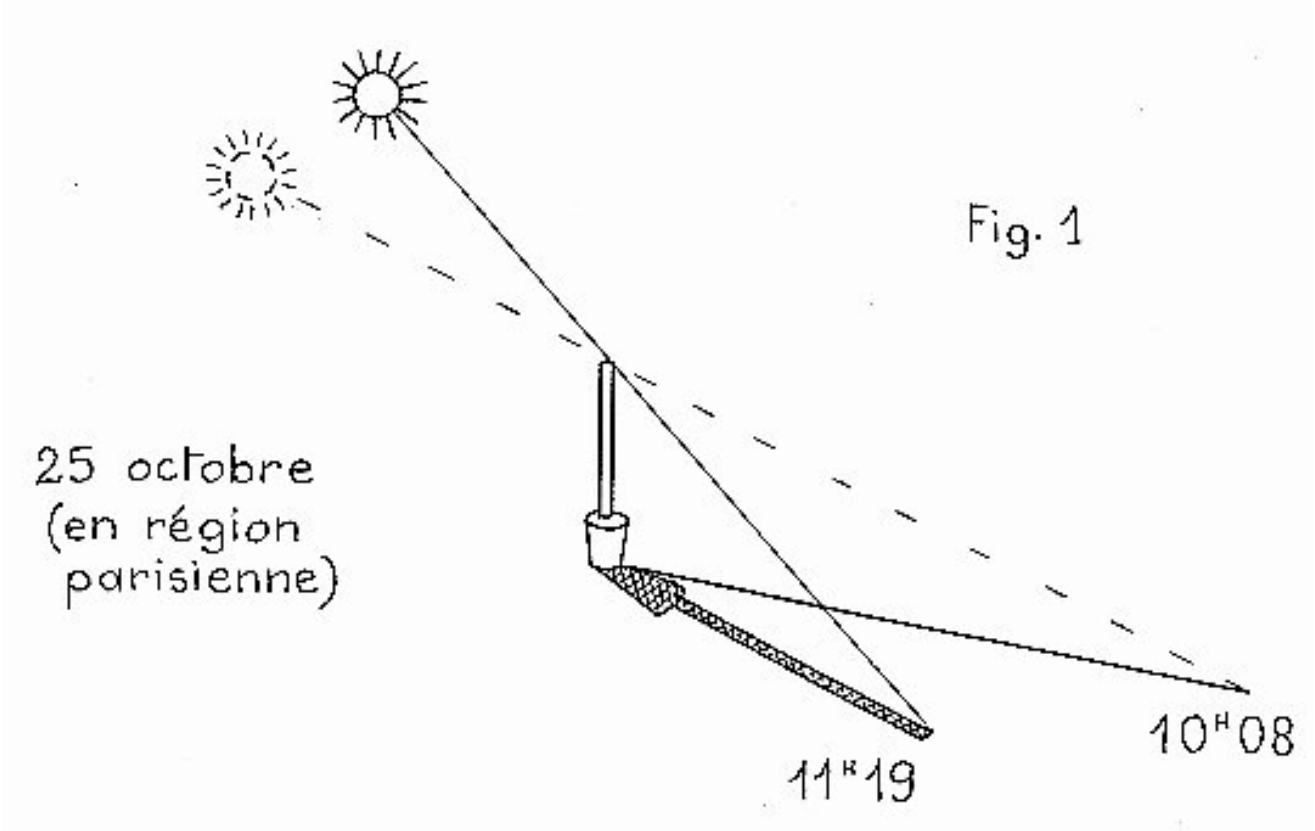
Per la classe :
:un bastone (di almeno 30cm) "piantato" in un vaso riempito di terra o di sabbia umida,
un gessetto,
un metro avvolgibile,
due bussole,
un foglio di carta da ricalco,
alcuni oggetti rettilinei, di cui una vite,
un foglio per prendere appunti.

Dibattito.
I bambini discutono innanzi tutto su questa esperienza e cercano di immaginare quello che Eratostene ha potuto osservare di tanto straordinario. Ognuno formula le proprie ipotesi e comunica le sue idee ai compagni, quindi appunta il tutto sul suo quaderno di esperienze. Alcuni si ricorderanno forse le manipolazioni della lampadina elettrica sopra la

cartina dell'Egitto e supporranno che le ombre si muovono anch'esse quando il Sole si sposta nel cielo. Per verificare tutte le idee che saranno fiorite e mettere tutti d'accordo, la soluzione è una: fare da sé l'esperienza al Sole !

Sistemare un bastone al Sole. Già dal mattino, si mette il bastone nel vaso e lo si colloca in un punto che rimane soleggiato per tutto il tempo della scuola. Si tratterà dunque di misurare la sua ombra diverse volte al giorno. Ma si pone una domanda: se l'ombra "si muove" come si farà per segnare il suo spostamento?"Bisognerà disegnare l'ombra per terra ! Dunque si metterà il vaso su un pavimento asfaltato (se non può rimanere sul posto per tutto il giorno, si prenderà la precauzione di disegnare il contorno della base del vaso).
Si discute per mettersi d'accordo sui momenti in cui effettuare le osservazioni dell'ombra senza perturbare la vita della classe, cercando di farle coincidere il più possibile con i momenti di ricreazione, intervallo, pausa pranzo…

Osservare, tracciare e misurare l'ombra del bastone. Durante la prima osservazione sul posto, dopo aver preso nota della data e dell'ora precisa, un alunno viene incaricato di tracciare l'ombra del bastone con un semplice tratto rettilineo a partire dalla base del vaso fino all'estremità dell'ombra.
Un altro misura poi il tracciato mediante un metro avvolgibile e si registra la misura trovata, mentre alcuni osservano una cosa importante: la precisione della misura è molto relativa, perché l'ombra (compreso il vaso), molto nitida al livello della base, va poi sfumando verso la sua estremità (tanto più fortemente, quando maggiore è la lunghezza del bastone: questo è dovuto all'effetto di penombra). E se questa estremità è molto "appuntita" (per far questo, mettervi provvisoriamente una vite, con la punta verso l'alto), gli alunni si accorgono che – inaspettatamente – l'imprecisione a questo livello è ancora più grande ! (Quindi, la volta successiva, tornando sul posto porteranno alcuni oggetti rettilinei di lunghezza e forma diversa alla loro estremità: tenendoli perfettamente dritti per terra, osserveranno che la migliore precisione dell'ombra è ottenuta con oggetti più corti e dalla punta piatta, della qual cosa si ricorderanno quando realizzeranno i loro gnomoni).
Durante il secondo momento di osservazione (prima del quale vi sarete messi in basca due bussole), fioccano le osservazioni: "L'ombra si è girata !", "Ed è diventata più corta !". I bambini discutono allora per interpretare il fenomeno: si accordano rapidamente sul fatto che il Sole ha dovuto spostarsi nel cielo e che è anche più in alto di prima.

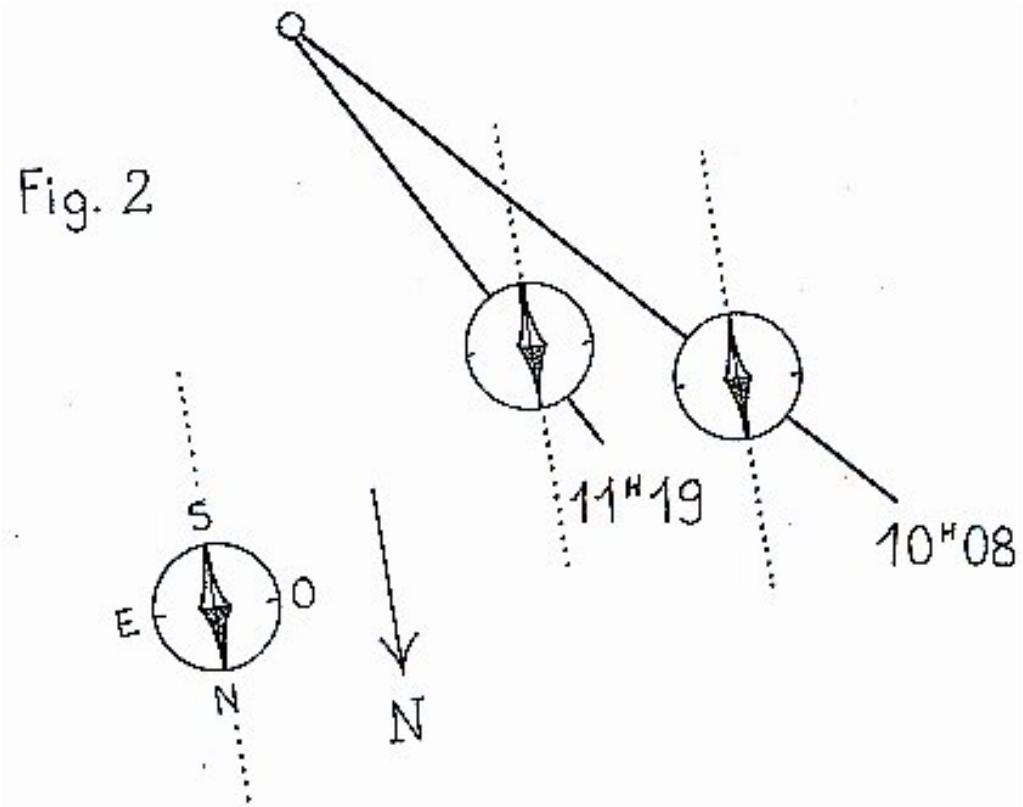


Cercano, mentre che ci sono, di prevedere come sarà l'ombra del prossimo momento di osservazione: se è "a mezzogiorno preciso", supporranno che l'ombra sarà più corta ma che si allungherà sicuramente dopo, fino alla sera; per quanto riguarda il suo spostamento, sono sicuri che si sposterà nella stessa direzione "in quanto il Sole non si

metterà ad andare indietro !"

Tenere a mente l'orientamento dei primi due tracciati d'ombra, poi di quelli successivi. Una domanda emergerà senz'altro a partire dal secondo momento di osservazione o dai seguenti: se è semplice prendere nota ogni volta della lunghezza dei tracciati, come fare per ricordarsi "il loro scostamento" cioè il modo in cui l'ombra "è girata"? Gli alunni pensano per prima cosa ad individuare un oggetto che si trova nella direzione di ogni tracciato (un albero, una porta…) ma questo è aleatorio e non molto preciso! Altri propongono di posare un grande foglio di carta sotto il vaso, in modo da riprodurre la partenza dei tracciati. Nuovo problema: quando la pioggia avrà cancellato tutto, come riposizionare la carta da ricalco se si vuole ripetere l'operazione per fare ulteriori confronti ? Da cui la necessità di reperire prima per terra, e poi sulla carta da ricalco, una direzione precisa e immutabile, come il nord, per esempio, che del resto ritroviamo sulle cartine … "Ci vorrebbe una bussola !"
Fate allora un veloce sondaggio a proposito delle conoscenze che i vostri alunni hanno di questo strumento, quindi prevedete alcune attività per familiarizzarsi con il suo impiego (vedere le attività sulla bussola).
Mentre i bambini osservano che l'ombra è già girata leggermente mentre discutevano, tirate fuori dalla tasca una delle bussole. Chiedete che un alunno venga a mostrare come si usa questo strumento, messo per terra: una volta che l'ago si è stabilizzato, l'alunno fa coincidere la sua "punta blu" con la lettera N affinché le quattro lettere dei quattro punti cardinali mostrino bene le quattro direzioni. Quella del nord viene poi materializzata con una freccia (come sulla figura 2).

Osservazione . Se siete nell'emisfero sud fuori dalla zona intertropicale, sostituite "nord" con "sud" nel resto del testo perché il Sole culminerà a nord, nel vostro caso, e l'ombra del bastone sarà puntata verso il sud. Se vi trovate nella zona intertropicale, sarà un caso o l'altro, secondo l'epoca nella quale svolgerete l'esperienza. Analogamente, le indicazioni di orario nel seguito della sessione corrispondono solo a quello che si osserva in Italia nell'ora d'inverno. Dovete adattare la vostra attività in base all'ora di culminazione del Sole nella vostra regione.

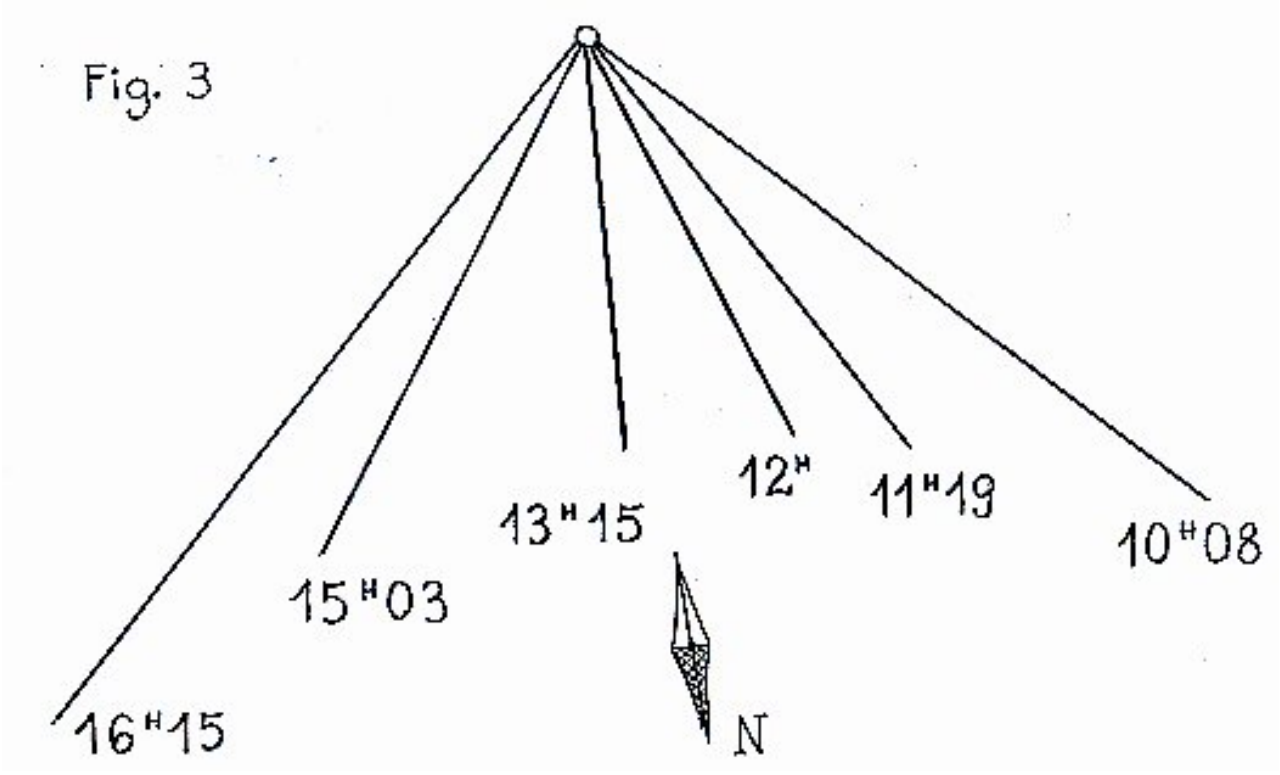


I bambini osservano che i due tracciati d'ombra non seguono la direzione del nord: propongono di mettere la bussola (più la seconda che avrete tirato fuori) su ognuno di essi per vedere "come si scostano dal nord". A questo punto, è possibile che alcuni precisino che i tracciati sono orientati verso il nord-est: teniamo presente, a questo proposito, che qui non dobbiamo determinare con esattezza l'orientamento dei tracciati – un'operazione del resto troppo delicata per alunni che non hanno ancora acquisito la nozione di angolo – ma di trovare come l'ombra gira rispetto alla direzione del nord (la quale rimarrà al centro delle osservazioni ulteriori). Effettivamente, i bambini prevederanno che il tracciato successivo si avvicinerà a questa direzione, cosa che naturalmente sarà possibile verificare.

I rilevamenti successivi. Ricordiamo che il terzo momento di osservazione ha luogo sia durante l'ora di pranzo, sia ad inizio pomeriggio, al momento del rientro delle classi: si procede dunque al tracciato dell'ombra per terra, poi si commenta la sua lunghezza e il suo orientamento rispetto ai due tracciati vicini e alla direzione del nord. Se questo rilevamento viene effettuato "a mezzogiorno preciso" come potrebbero desiderare i bambini, questi ultimi notano che l'ombra si è accorciata ulteriormente, ma che non coincide ancora con la direzione nord della bussola. Allora suppongono che l'ombra arriverà più tardi alla direzione nord. Fino a quando si accorcerà? Finirà per scomparire? A che ora? Cosa succederà più tardi, nel pomeriggio? L'ombra si allungherà di nuovo?

Gli alunni diranno quali sono le loro intuizioni, scriveranno nel loro quaderno le loro osservazioni e le loro risposte a tutti questi interrogativi e si affretteranno a fare nuovi rilevamenti per verificare tutte le loro ipotesi.

Se il rilevamento successivo viene eseguito un poco dopo le ore 13.00, mostrerà che l'ombra è arrivata fino alla direzione nord ma che è leggermente più corta rispetto al "mezzogiorno preciso", senza essere nulla (salvo nel particolarissimo caso in cui la vostra scuola si trovi nella zona intertropicale quando il Sole arriva allo zenit). Poi, gli ultimi due tracciati confermeranno bene l'ipotesi dei bambini: vedranno l'ombra allungarsi di nuovo fino a raggiungere proporzioni gigantesche con l'avvicinarsi del tramonto.



Prima di uscire dalla scuola, si riprodurrà su una carta da ricalco "questo strano ventaglio che si apre verso il nord", o almeno l'inizio di questi tracciati, compresa la freccia che indica il nord (o l'ago della bussola): i ragazzi potranno riferirvisi per schematizzare sui loro quaderni di esperienze i rilevamenti effettuati.
Pensate a riservare dieci minuti alla fine del giorno per fare il punto sulle conclusioni della loro esperienza. Hanno scoperto quello che Eratostene aveva capito osservando l'obelisco: le ombre girano e cambiano di lunghezza in funzione dell'ora. Alcuni alunni si riferiranno forse ai quadranti solari basati sul principio della rotazione delle ombre. Precisate allora che questi obelischi servivano molto probabilmente da quadrante solare agli Egizi. Infine, prenderanno accuratamente nota di tutte le nuove domande che questa esperienza avrà suscitato. Successivamente, avranno sicuramente voglia di rifare l'operazione con "obelischi" in miniatura questa volta piantati su una larga base che possa contenere le grandi ombre della mattina e del pomeriggio. È l'oggetto del seguito di questa sequenza.

2) Realizzare ed utilizzare diversi gnomoni

Durata : momento di concentrazione, breve seduta di bricolage poi, durante una giornata di sole, 5 o 6 momenti di rilevamenti d'ombra; momento di scambio e di discussione.

Luogo : classe; poi, per i rilevamenti, un locale che rimanga soleggiato per tutto il giorno (dunque orientato a sud) oppure luogo esterno esposto al Sole.

Materiale :

Per la classe :
oggetti portati in classe per realizzare gnomoni, ossia degli "obelischi" in miniatura (uno per ogni gruppetto di 3-5 bambini), fissati su tavole-supporto;
strumenti adatti; alcuni gnomoni già realizzati a casa;
una bussola e un foglio di carta da ricalco per gruppo.

Mentre alcuni bambini porteranno da casa diversi oggetti che possano servire da aste e da superfici piane, alcuni saranno fieri di arrivare in classe con uno gnomone già bell'e pronto!: (A questo proposito, incoraggiate i vostri alunni ad avere a casa uno gnomone realizzato da loro stessi per rifare, durante il week-end e i periodi di vacanze, le operazioni svolte in classe: le famiglie potranno così partecipare all'avventura !).

Concertazione.
Suddivisi in gruppi, gli alunni si accordano per scegliere, fra gli oggetti che hanno portato, quelli che sembrano loro più adatti per realizzare uno o due gnomoni. (Si sarà anche potuto decidere che ogni bambino costruisca il suo, ma attenzione poi a tutto lo spazio che sarà necessario per esporre al sole una trentina di tavole dalla superficie non trascurabile!) Costruzione degli gnomoni: Alcuni gruppi scelgono di piantare una bacchetta su una tavola di polistirene, o di incollare un grande rivetto su una tavoletta di compensato, altri fissano semplicemente, con un anello di pasta adesiva, una matita (che pensano o meno a spuntare previamente) oppure un pezzo di tubo, su del cartone da imballaggio, etc.
Ricordandosi, da un lato, che le ombre sono molto lunghe in questo momento di fine autunno e, dall'altro, che lo "sfuocamento" del loro contorno aumenta "verso la punta", i più astuti avranno cura di scegliere uno gnomone abbastanza corto, ossia di una decina di centimetri al massimo, per evitare che "la tavola" sia troppo ingombrante; tuttavia, se non prevedono un supporto abbastanza grande e non prendono la precauzione di fissare lo gnomone vicino ad un bordo, rischiano di vedere l'ombra cadere più o meno fuori dalla tavola. (Infatti, alle nostre latitudini, al momento del solstizio d'inverno e all'ora del mezzogiorno solare le ombre, sebbene siano ridotte ai minimi termini, raggiungono comunque più di due volte e mezzo l'altezza degli oggetti !).

Tracce scritte. Ogni alunno descriverà lo strumento realizzato dal gruppo (o da lui stesso) annotando le dimensioni dell'asta e del supporto, oltre che quello che ha giustificato le scelte: perché questi materiali piuttosto che altri? Perché queste dimensioni? Si è scelto volontariamente un'estremità arrotondata o piatta piuttosto che a punta?

Montaggio degli gnomoni.
L'ideale sarebbe, naturalmente, di avere un locale più o meno esposto al sud, sufficientemente spazioso, e non troppo lontano dalle finestre per installare tutti gli gnomoni "al Sole"! (Notiamo, a proposito, che in quest'epoca dell'anno e durante tutto l'inverno alle latitudini dell'Italia, il Sole fa ampiamente penetrare i suoi raggi nei locali orientati bene).

Ma, che sia all'interno o all'esterno, la prima cosa da fare sarà procedere all'orientamento di tutti gli gnomoni perché anche quelli che possono rimanere al loro posto rischieranno parecchio di essere spostati. Ogni gruppo poi collauderà il proprio procedimento di orientamento spostando il proprio gnomone e cercando di rimetterlo correttamente. Un foglio di carta da ricalco dove verranno segnati i tracciati d'ombra sarà provvisoriamente fissato sulle basi. La direzione del nord sarà materializzata da una freccia.

Concertazione, poi rilevamento delle lunghezze d'ombra. Ci si mette d'accordo affinché gli orari dei rilevamenti siano all'incirca uguali a quelli dell'altro giorno, quando si era messo il bastone al Sole. Comunque, per poter poi confrontare i risultati dei tracciati, un bambino, con l'orologio a mano, sarà incaricato di dare il segnale di esecuzione dei rilevamenti. D'altra parte, degli alunni possono proporre di vedere cosa accade fra mezzogiorno e l'ora del rilevamento successivo: ritarderanno il tracciato dell'ombra eseguito a "mezzogiorno preciso" – ritenuto non interessante – e anticiperanno un poco quello dell'inizio del pomeriggio con lo scopo di ottenere forse che uno dei nuovi tracciati coincida con la famosa direzione del nord…
Durante un'altra bella giornata di Sole, gli alunni eseguono, nell'ambito di ciascun gruppo, le istruzioni previste facendo alternare i compiti fra i partecipanti. Forse incontreranno qua e là qualche problema: ombre lunghe e tagliate (asta troppo alta rispetto alla superficie della base, oppure messa male, direzione nord troppo discostata dall'asse della base), difficoltà di reperire con precisione l'asse dell'ombra (asta troppo larga o irregolare), mancanza di precisione per la misura (asta ancora troppo appuntita)…

Confronto dei risultati.

Sovrapponendo a due a due le carte da ricalco dei rilevamenti completi, gli alunni vedono naturalmente che le ombre degli gnomoni più alti danno i tracciati più lunghi. Ma, pur osservando che questi "ventagli" molto diversi mostrano globalmente che le ombre si sono girate nello stesso modo, ammettono che delle differenze ragguardevoli rimettono in questione l'orientamento preciso di alcune ombre: in particolare quelle segnate a metà giornata, che si dovrebbero avvicinare di più alla direzione nord…
I ragazzi discutono su questo problema e capiscono che i confronti sarebbero più facili se tutti gli gnomoni fossero identici… Alla domanda: "Pensate che ricominciando l'operazione con gnomoni simili e prendendo tutte le precauzioni necessarie otterrete risultati identici ?" risponderanno unanimemente in modo affermativo! Sfidateli a verificarlo…

---

3) Realizzare ed utilizzare alcuni gnomoni simili

Durata : breve sessione di bricolage poi, in una giornata di Sole, 5 o 6 momenti di rilevamenti d'ombra; momento di scambio e di discussione.

Luogo : classe; poi, per i rilevamenti, locale soleggiato tutto il giorno (dunque orientato a sud) o luogo esterno bene esposto.

Materiale :

Per ogni gruppo di 3–5 alunni:
uno stecchino,
una tavoletta di cartone da imballaggio (o di "laminil") di circa 18 x 25 cm,
un righello di misura (di una decina di cm) fatto in carta millimetrata incollata su cartoncino bristol,
un foglio di carta da ricalco,
una bussola.

Proponete la realizzazione semplice e veloce di un piccolo gnomone: l'asta consisterà di un semplice stecchino, ma senza la punta ad una delle estremità (quella che servirà per i rilevamenti) per ottenere per esempio una lunghezza di 5,5 cm. L'estremità appuntita sarà infilzata in una tavoletta di cartone ondulato rigido di 5mm di spessore (o meglio ancora, in una tavoletta di "laminil" di 5 mm: materiale disponibile nei negozi di forniture per artisti): questo darà, nel nostro esempio, un'altezza di 5 cm in tutti gli gnomoni. Il supporto potrà dunque avere dimensioni ridotte, ossia 18 x 25 cm. Prima di infilzarvi lo stecchino, si fisserà, ma in modo provvisorio, un foglio di carta da ricalco.
Prima e durante i rilevamenti, si prenderanno tutte le precauzioni che saranno decise in comune: verifica dell'altezza dello stecchino (con un righello di carta millimetrata per far sì che lo zero coincida con il supporto), rilevamento preciso dell'orientamento del supporto, inizio cronometrato dei rilevamenti, tracciati molto accurati (con la matita nera perfettamente temperata) dalla base dello stecchino fino all'estremità della sua ombra (piatta e non appuntita come abbiamo visto).

Confronto dei nuovi risultati. Si sovrapporranno i fogli da ricalco a due a due facendo coincidere bene le tacchette che indicano la direzione nord. Che (brutta) sorpresa: salvo qualche eccezione, i tracciati non coincidono esattamente, sia per quanto riguarda gli angoli che per le lunghezze…
I bambini ne cercheranno le cause. Dopo aver sospettato la mancanza di precisione di coloro che hanno eseguito i ricalchi particolarmente "strani", esamineranno attentamente gli gnomoni in questione ed esclameranno: "Ma certo, questo stecchino qui non è perfettamente dritto!" Potranno verificare che facendo oscillare anche molto lievemente uno gnomone sulla sua base, la lunghezza della sua ombra ed il suo orientamento cambiano notevolmente. Ma forse un altro gnomone "incriminato" non mostrerà questo difetto… Allora bisognerà cercare un altro motivo, magari dal punto di vista del supporto: "To', si direbbe che questo cartone non è proprio poggiato in un piano … ma guarda, c'è una riga che c'era rimasta sotto!". Facendo oscillare il supporto "di lungo, di largo e di traverso" gli alunni noteranno che l'ombra dello stecchino si mette subito a fluttuare in tanti modi.
Così facendo, capiranno che, per ottenere misure d'ombra simili, è necessario oltre a tutte le precauzioni già prese, che gli gnomoni siano "tutti perfettamente dritti" e che i supporti siano "tutti perfettamente piani".

In sostanza, il vero criterio è che gli gnomoni (in uno stesso luogo geografico) siano tutti paralleli fra di loro e che i supporti siano anch'essi tutti paralleli fra di loro: con ulteriori sperimentazioni si potrebbe dimostrare che è possibile ottenere lunghezze d'ombra uguali a partire da gnomoni (di identica altezza) e da supporti (perfettamente piani), che siano inclinati, gli uni rispetto agli altri, nello stesso modo. La verticalità degli uni e l'orizzontalità degli altri (che gli alunni ora si sforzeranno di ottenere) sono in realtà un caso particolare, una pura convenzione, ma molto pratica per il nostro progetto Eratostene!

4) Utilizzare la nozione di verticalità e di orizzontalità per regolare gli gnomoni.

Durata : 2 sessioni preparatorie di circa 30 minuti; poi brevi momenti per la regolazione degli gnomoni prima degli ulteriori rilevamenti.

Luogo : classe, poi luogo dei rilevamenti.

Materiale :

Per gruppo di 4-5 alunni:
:una squadra ordinaria (provvisoria);
un rettangolo di cartoncino bristol (per fare una "doppia squadra"),
riga,
matita,
un paio di forbici;
il righello di carta millimetrata;
un livello a bolla d'aria in commercio (o realizzato a mano); un foglio di carta da ricalco per i nuovi rilevamenti.

Fare il punto.

Le risposte al questionario-test vi avranno già fornito alcuni elementi sulle conoscenze dei bambini circa le nozioni di verticalità e orizzontalità (aggiungiamo qui "in un determinato luogo" perché i vostri alunni vedranno più tardi che il parallelismo di due verticali in due diversi luoghi sulla superficie della Terra non è più effettivo, e lo stesso va detto per le due orizzontali).
In funzione di questo bilancio (e del tempo di cui disporrete poi), potete far lavorare i bambini in modo sperimentale sulla verticalità e l'orizzontalità, nonché sull'angolo retto formato da queste due direzioni: consultate la pagina verticalità e orizzontalità (vi troverete, in particolare, come realizzare in modo semplice dei fili a piombo e dei livelli a bolla d'aria, e poi come adoperarli).
Gli alunni devono prendere il tempo di manipolare i livelli a bolla d'aria che, associati a squadre, danno la verticale. Capiscono allora che la cosa più semplice, per regolare gli gnomoni, sarà di incominciare col mettere gli stecchini ad angolo retto rispetto ai supporti poiché, quando questi ultimi saranno regolati in orizzontale, gli stecchini saranno necessariamente in posizione perfettamente verticale!

Regolazione con squadre.

Per prima cosa, si fissa su ogni supporto un nuovo foglio di carta da ricalco.
Mantenendo la squadra in modo che stia in posizione eretta, poggiata sul supporto e contro lo gnomone per verificare che questo sia correttamente piantato, gli alunni si rendono conto che la squadra può anch'essa oscillare più o meno sulla sua base, e dunque coincidere con uno gnomone che sarebbe leggermente "inclinato"! A questo punto propongono di spostare la squadra due o tre volte attorno allo stecchino per assicurarsi che sia veramente perpendicolare al supporto.
A questo proposito, una semplicissima piegatura permette di ottenere una "squadra doppia" che sarà perfettamente stabile, e che permetterà in tal modo una regolazione immediata e affidabile: i bambini la realizzeranno in un rettangolo di cartoncino di circa 32 x 12 cm (figura 4): attenzione alla base del rettangolo che deve essere perfettamente rettilinea, e alla piegatura, che deve essere eseguita con la massima accuratezza in modo che i bordi combacino perfettamente. Si schiaccerà la piega passandoci sopra l'unghia di un dito.

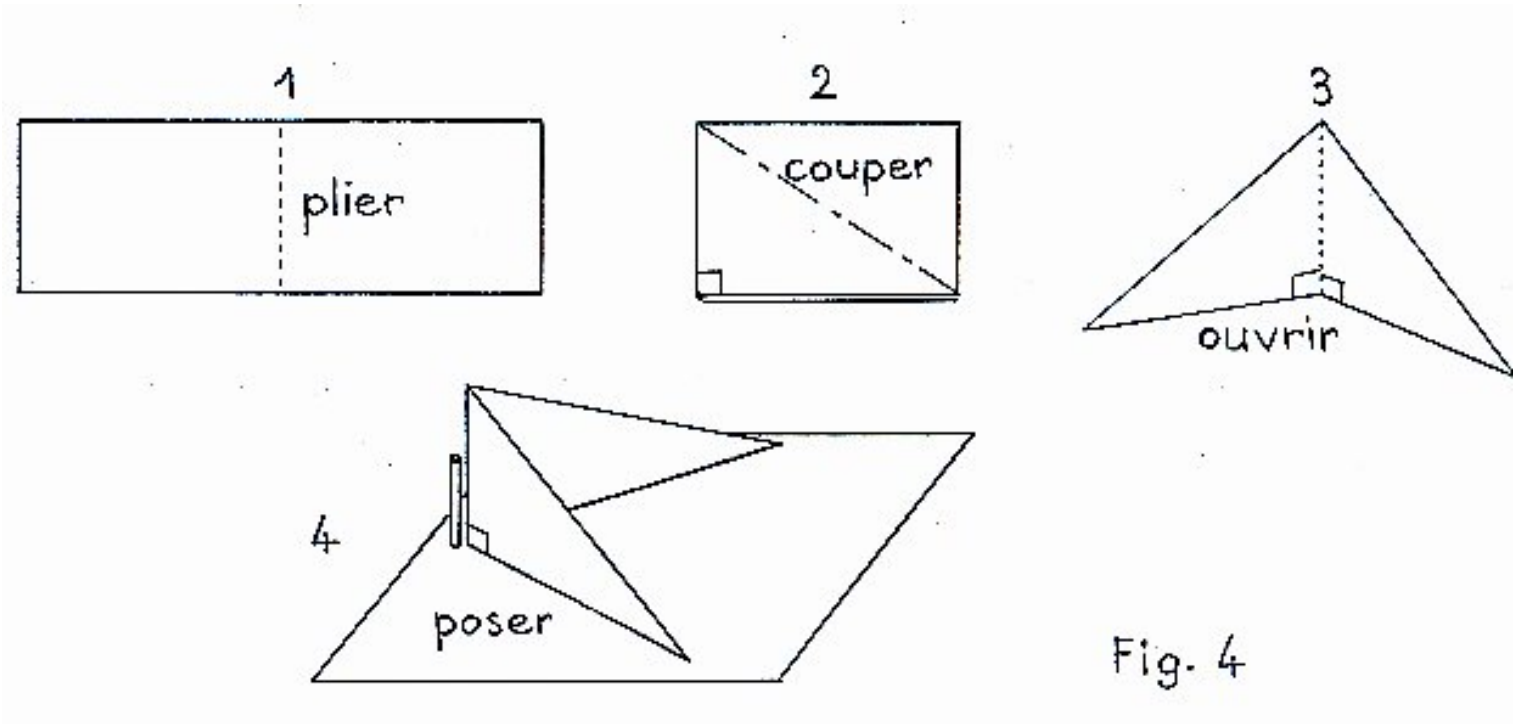


Fig. 4

Bisognerà anche pensare a verificare l'altezza comune degli stecchini mediante dei righelli in carta millimetrata (rivedere, nella parte 3 della sequenza, le poche righe precedenti il paragrafo intitolato "Confronto dei nuovi risultati".

Regolazione con i livelli a bolla d'aria . Dopo aver disposto il loro gnomone perfettamente ad angolo retto (in diverse direzioni) rispetto al supporto, gli alunni non avranno più che da regolare l'orizzontalità del supporto: sia con un livello a bolla unica che orienteranno in diversi modi sul supporto, sia con due livelli (perfettamente "d'accordo" fra di loro) che formano un angolo molto aperto davanti allo gnomone, come la squadra doppia.

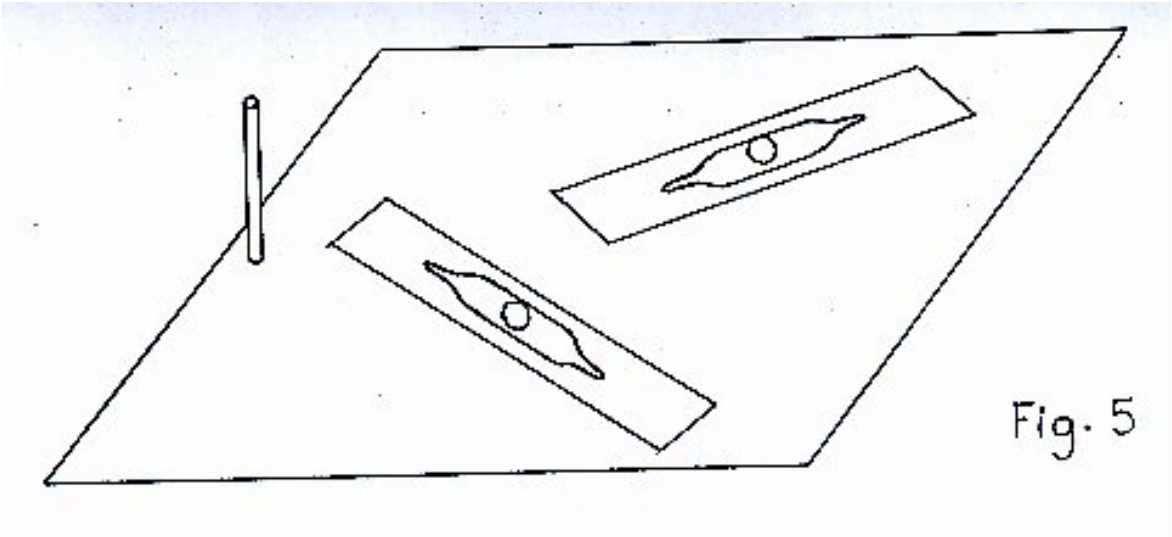


Fig. 5

Nuovi rilevamenti . Tutti orgogliosi dei loro gnomoni ben regolati (cosa da accertare prima di ogni uso se il loro strumento non può rimanere allo stesso posto, o se rimane non sorvegliato), i bambini procederanno a nuovi rilevamenti: questa volta possiamo scommettere che i risultati saranno all'altezza delle loro attese, ossia che concorderanno!

Sessione opzionale (Sequenza 2)

Verticalità e orizzontalità

1) Lavori sulla verticalità

Durata: una sessione di circa 45 min. per l'insieme delle attività

Luogo: la classe, il corridoio, la palestra o altro, e un momento fuori.

Materiale

Per la classe
Per fabbricare fili a piombo: spaghi e cordicelle varie, piccoli oggetti svariati da appendere, tra cui rondelle per il bricolage (di due o tre diverse misure)

Indagine preliminare

Gli alunni dicono quello che sanno a proposito della cosiddetta verticalità e, in particolare, degli oggetti che ritengono verticali: è un'occasione per consultare e commentare i questionari-test.

Come verificare la verticalità di un oggetto?

Gioco-esperimento

Alcuni proporranno forse di procedere ad una divertente verifica "a occhio", non per un oggetto isolato, ma in modo congiunto per due oggetti diversi che dovrebbero essere verticali. Per esempio, ci si mette accanto allo spigolo "verticale" di una porta aperta e si mira – chiudendo un occhio – il montante "verticale" di una finestra sul muro di fronte: se, spostando leggermente la testa di lato si vede lo spigolo e il montante avvicinarsi e, man mano, mettersi perfettamente paralleli fino a coincidere per tutta la lunghezza, allora significa che sono probabilmente tutt'e due realmente verticali (o che, per straordinaria coincidenza, sono "pendenti" esattamente allo stesso modo, o realmente, o per un effetto di prospettiva!) Questo metodo è molto interessante da applicare quando si è in presenza di due edifici molto alti (i grattacieli delle nostre città moderne): la precisione della loro verticalità è davvero impressionante!

Gli alunni possono dunque divertirsi a sperimentare questo metodo. Quando osservano un'anomalia, devono individuare quale dei due oggetti non è verticale (o se lo sono ambedue!) procedendo per ciascuno di essi ad una nuova "mira"' rispetto ad un terzo oggetto già "calibrato".

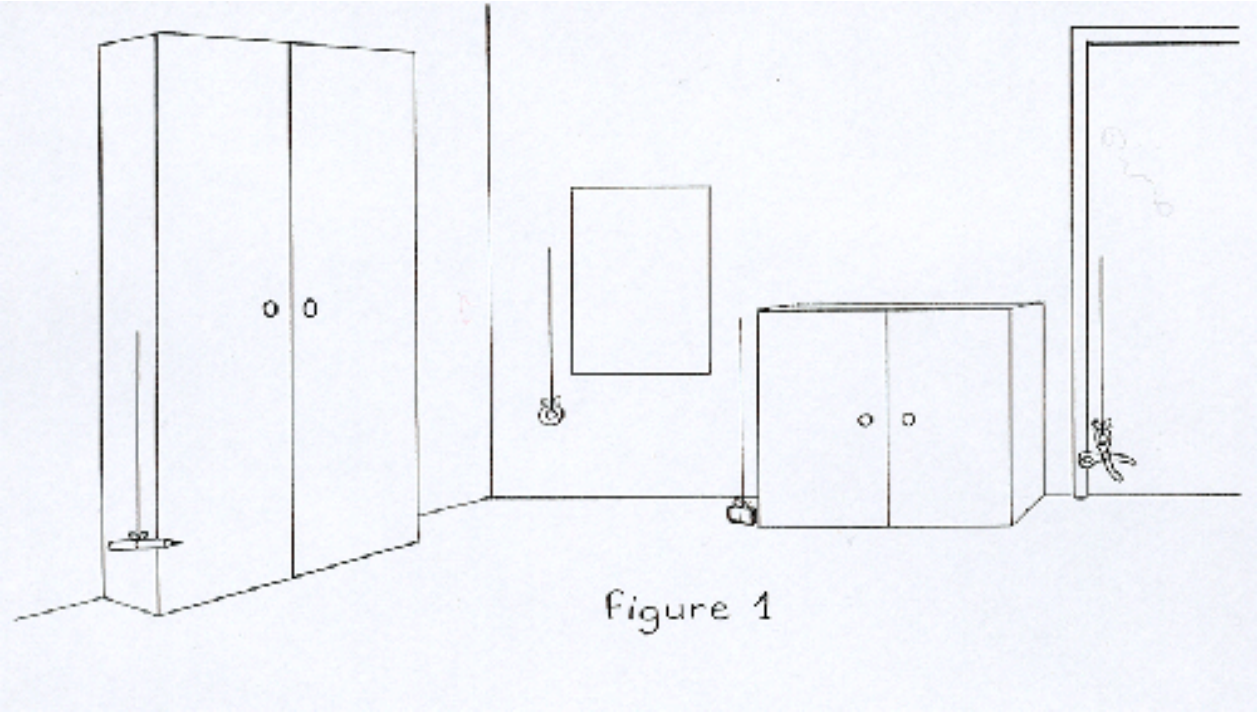
Realizzare ed utilizzare fili a piombo

Avendo capito che bisogna necessariamente riferirsi ad un oggetto che sia a sua volta verticale, i ragazzi possono porsi la domanda: come fare per verificare la verticalità di un oggetto isolato?

Alcuni avranno visto dei livelli a bolla d'aria sofisticati di cui “ uno dei tre tubi con la bolla ” permette di verificare

la verticalità di un oggetto (mentre gli altri due indicano uno, naturalmente, l'orizzontalità, e l'altro l'angolo di 45°). Altri avranno probabilmente sentito parlare del filo a piombo, per cui sarà interessante farne uno a partire da diversi tipi di “ fili ” e di “ piombi ”: si osserverà che lo spago sottile è più adatto ai “ piombi ” relativamente leggeri, piuttosto che lo spago grosso che si tende più difficilmente. Le rondelle di metallo saranno particolarmente apprezzate per la facilità con la quale si attaccano e perché, essendo piatte, permettono di avvicinare al massimo il “ filo ” all'oggetto da controllare.

Dopo aver finito la realizzazione dei fili a piombo, gli alunni li useranno per verificare la verticalità di diversi oggetti nella classe e all'esterno (figura 1)



---

2) Lavori sull'orizzontalità

Durata : tre sessioni di 30 - 45 min.

Luogo : classe.

Maeriale :

Per la classe

Esperimento con i recipienti contenenti acqua:
da 8 a 10 grandi fogli di carta bianca ordinaria (50 x 65 cm),
una dozzina di recipienti di plastica (vedere più sotto quali) con un poco d'acqua leggermente colorata (prevedere una spugna!),
matite nere,
alcune grandi righe piatte o pezzi di canaletta per cavi elettrici perfettamente rettilinei,
un livello a bolla che si trova in commercio
Esperimento per scoprire l'angolo retto:
I fogli del primo esperimento sempre affissi,
fili a piombo,
alcuni fogli colorati ritagliati (molto accuratamente) in quattro,
tre o quattro squadre (messe di canto in un primo tempo).

Per ogni gruppo di 2 alunni:

Realizzazione dei livelli a bolla d'aria: una fialetta di soluzione salina (prodotto venduto in farmacia per l'igiene dei bambini piccoli),
20 cm di bacchetta coprigiunto di 40 mm,
nastro adesivo.

.

Indagine preliminare

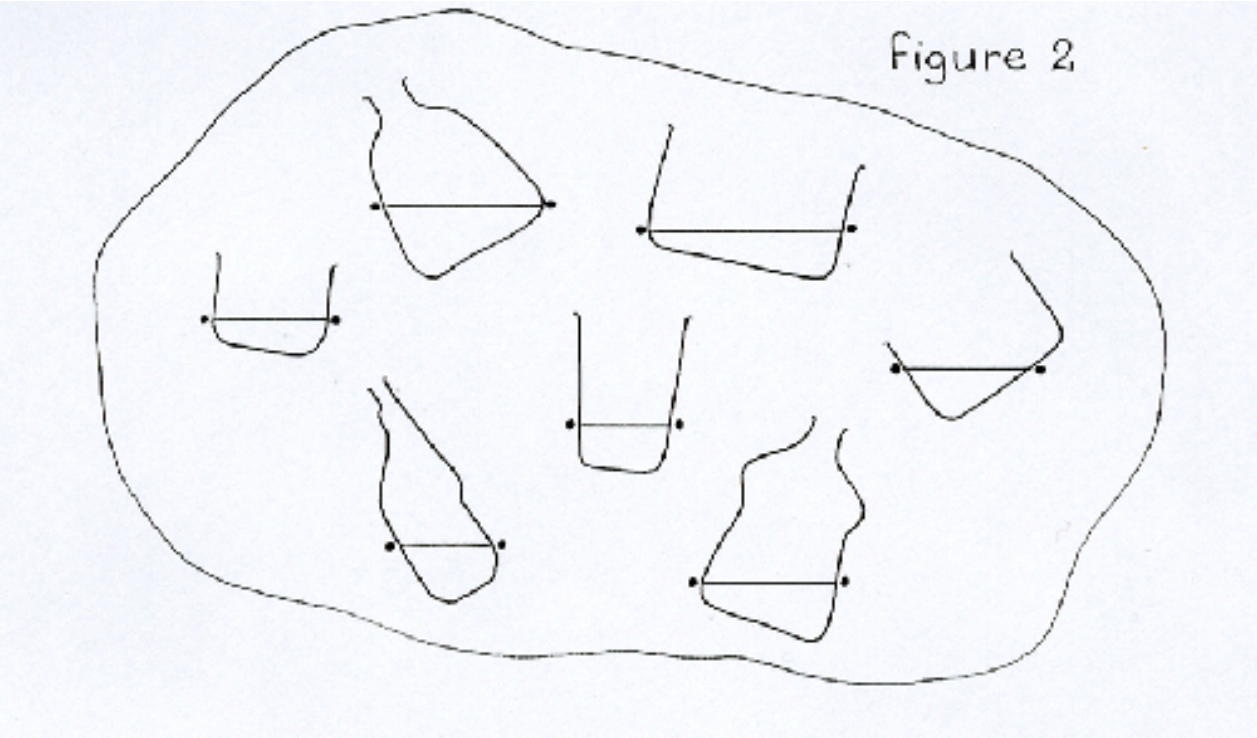
Indagine preliminare In generale i ragazzi definiscono l'orizzontalità citando diversi oggetti della vita quotidiana, per esempio, il pavimento dei locali: “è sempre molto piatto, ma se qualche volta è un po' in salita, lo si sente subito ”, o il piano di un tavolo: “ è perfettamente piatto ma, se è appena un poco pendente, una biglia rotola e va a finire per terra ”. L’orizzontalità è dunque per loro sinonimo di stabilità, come la verticalità è sinonimo di equilibrio. È forse il motivo per il quale non pensano a dire l'acqua ferma, la cui natura è di per sé instabile: chiedete loro di disegnare un liquido in un recipiente: molti tracceranno una linea ondulata come superficie; e trattandosi di una bottiglia sul punto di versare dell'acqua in un bicchiere, il livello del liquido rappresentato sarà decisamente obliquo.

Expérience

VEsperimento Ecco una piccola operazione per scoprire l'orizzontalità della superficie libera di un liquido. Gli alunni si suddividono in gruppetti di 3 o 5 ma dispongono di un materiale comune. Diversi grandi fogli di carta, ritagliati per avere una forma irregolare qualsiasi, sono appesi sui muri e sulla lavagna: ce n'è uno per ogni gruppo. Su un tavolo centrale vengono messi una dozzina di recipienti diversi di plastica trasparente (o traslucida). Sono scatole per la congelazione, vassoietti alimentari, flaconi di prodotti per la pulizia (il tutto accuratamente pulito!): la loro sezione è preferibilmente quadrata, rettangolare od oblunga; ciascuno di essi contiene acqua leggermente colorata fino a circa un quarto della sua altezza.

Un bambino per gruppo prende uno dei recipienti, lo avvicina al muro e, con molta cautela, lo poggia contro uno dei fogli, senza cercare di metterlo “ ben dritto ”, anzi, inclinandolo un poco, e lo mantiene immobile. Un compagno, ricalca il contorno del recipiente e poi, quando l'acqua in esso contenuta è calma, fa un trattino sui due

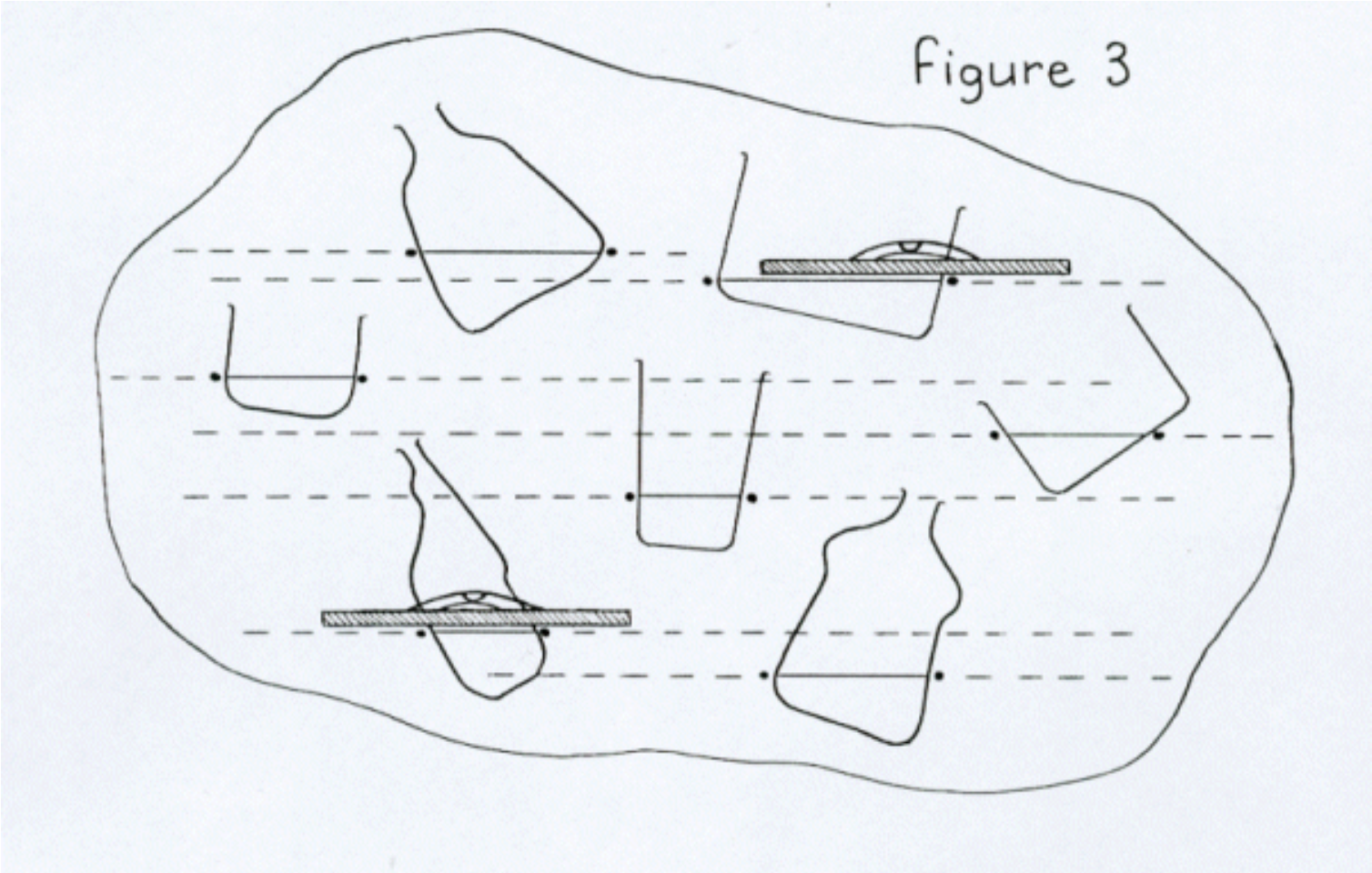
lati del recipiente per segnare il livello del liquido. L'operazione viene ripetuta diverse volte con recipienti vari, inclinati diversamente. Poi, in ogni sagoma disegnata, si uniscono i due trattini (alcuni alunni useranno spontaneamente una riga (figura 2)).



I bambini osservano che “ *tutti i trattini danno l'impressione di essere perfettamente di piatto* ”. Come verificarlo ? “ *Si possono ingrandire da ogni lato con una grande riga, per vedere meglio* ”.Questo suscita l'osservazione: “ *Fa delle linee parallele: possiamo verificarlo come abbiamo fatto l'altro giorno con i nostri fogli da ricalco*” (rivedere la figura 6 della sequenza 1). Altra osservazione: “ *È perfettamente piatto, come per terra, è orizzontale* ”. Come verificarlo ?

I bambini i cui genitori sono amanti del bricolage o del campeggio, parleranno sicuramente del livello a bolla d'aria e proporranno di portarne uno in classe. Quando l'oggetto sarà stato osservato e provato, permetterà di verificare sui fogli ancora appesi l'orizzontalità dei tracciati che rappresentano i livelli dell'acqua nei diversi disegni di recipienti (figura 3).

(Badate a che i fogli rimangano affissi **nella loro posizione originaria** per permettere la scoperta dell'angolo retto, spiegata più oltre).



Realizzare ed adoperare dei livelli a bolla d'aria

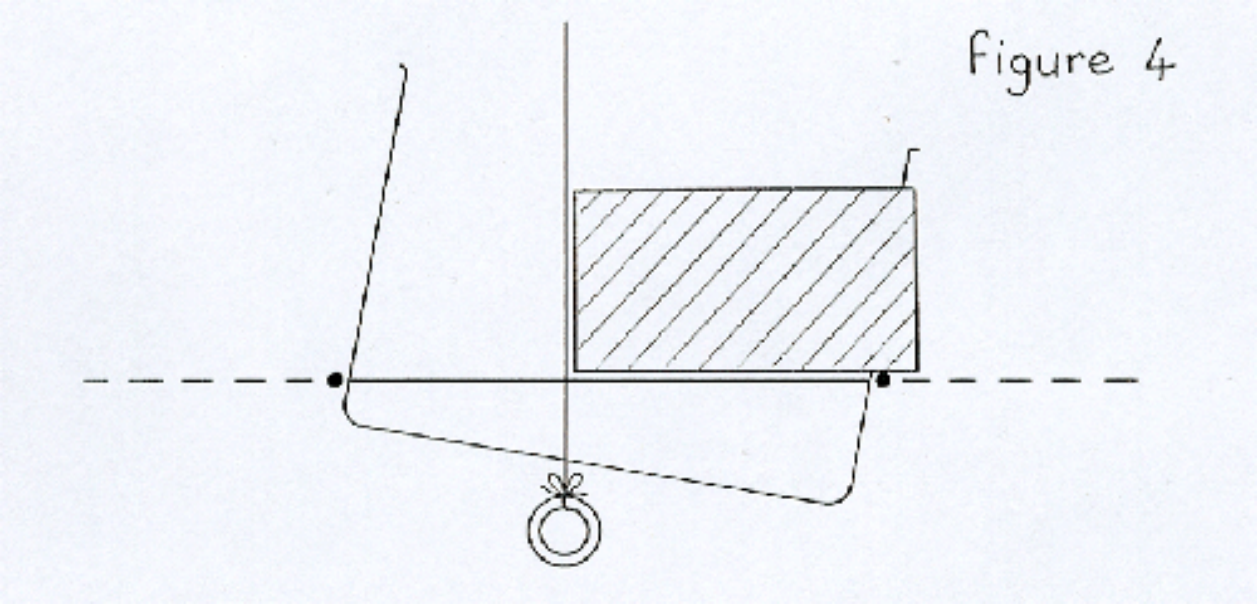
Ecco un modo semplice e veloce per far realizzare dai vostri alunni alcuni livelli a bolla d'aria molto ingegnosi: a partire da fialette di soluzione salina fissate su pezzi di bacchetta coprigiunto di 40 mm, calcolando 20 cm per livello. La fiala, posata di piatto nella parte cava della bacchetta, viene fissata con del nastro adesivo. Ora bisogna collaudare il tutto su una superficie la cui orizzontalità sarà stata riconosciuta mediante un "vero" livello a bolla d'aria: questo per rettificare più o meno con delle "zeppe" di carta la posizione della fiala sul suo supporto. Gli alunni cercheranno di fare in modo che la bolla (o piuttosto il gruppo di bollicine) si stabilizzi al centro. Vedranno che non è necessario mettere un segno ai due lati (come nei livelli a bolla d'aria che si trovano in commercio, il cui tubo è leggermente "a ponte") perché, alla minima inclinazione, la "bolla" scivola verso una delle estremità della fiala.

Gli alunni useranno quindi spontaneamente i loro livelli su tavole, scaffali, banchi, etc., per verificarne l'orizzontalità. Ma si accontenteranno spesso di metterli in una sola posizione, spesso parallela ad un bordo: sfidateli, allora, ad ottenere il centraggio della bolla su una tavola di cui avrete leggermente sollevato un piede (il quale poggerà sopra un libro, per esempio). Vi riusciranno dopo qualche esitazione, e capiranno allora che è necessario mettere i loro livelli in almeno due posizioni completamente diverse su uno stesso oggetto per assicurarsi della sua orizzontalità.

Scoprire l'angolo retto in modo sperimentale

Con i grandi fogli con i tracciati dei recipienti contenenti dell'acqua rimasti ancora al loro posto, suggerite ai bambini, a meno che alcuni non l'abbiano già pensato, di riprendere i loro fili a piombo ed avvicinarli ai disegni per vedere se non c'è qualcosa di interessante da notare… “ *Il filo a piombo fa, con il tratto della superficie dell'acqua, un incrocio che assomiglia al segno + di un'addizione*”.

Date un foglietto di carta colorata ad ogni gruppo e chiedete se non lo si possa inserire nell'“ *incrocio* ”. Gli alunni vedono immediatamente che il foglio può non solo coincidere con ognuno dei quattro settori dei loro “ *incroci* ”, ma anche che, facendolo girare, ognuno dei suoi “ *angoli* ” potrà adattarvisi (figura 4). “ *Si potrebbero anche mettere in un incrocio quattro squadre come quella del mio fratello maggiore ! Con la sua, traccia angoli retti come quelli che ci chiedevano di individuare nel nostro questionario* ”.



Gli alunni cercheranno naturalmente attorno a loro degli oggetti, assai numerosi, che presentano angoli retti. D'altra parte, si alleneranno a tracciare angoli retti con una squadra, constatando nel contempo che essa può risultare superflua quando si usa della carta millimetrata o a quadretti (ma solo quando uno dei lati dell'angolo retto coincide, o è parallelo, con una riga).

Quindi, dopo aver scoperto che quello che è “ *ben dritto* ” *è verticale, che quello è che è ben di piatto* ” è orizzontale, e che l' “ *incrocio* ” dei due dà l'angolo retto della squadra, i ragazzi capiscono che gli gnomoni sui loro supporti devono avere queste caratteristiche per essere veramente affidabili l'uno rispetto all'altro.

Sessione opzionale (Sequenza 2)

Attività sulla bussola

Durata: una sessione di 30 - 45 min

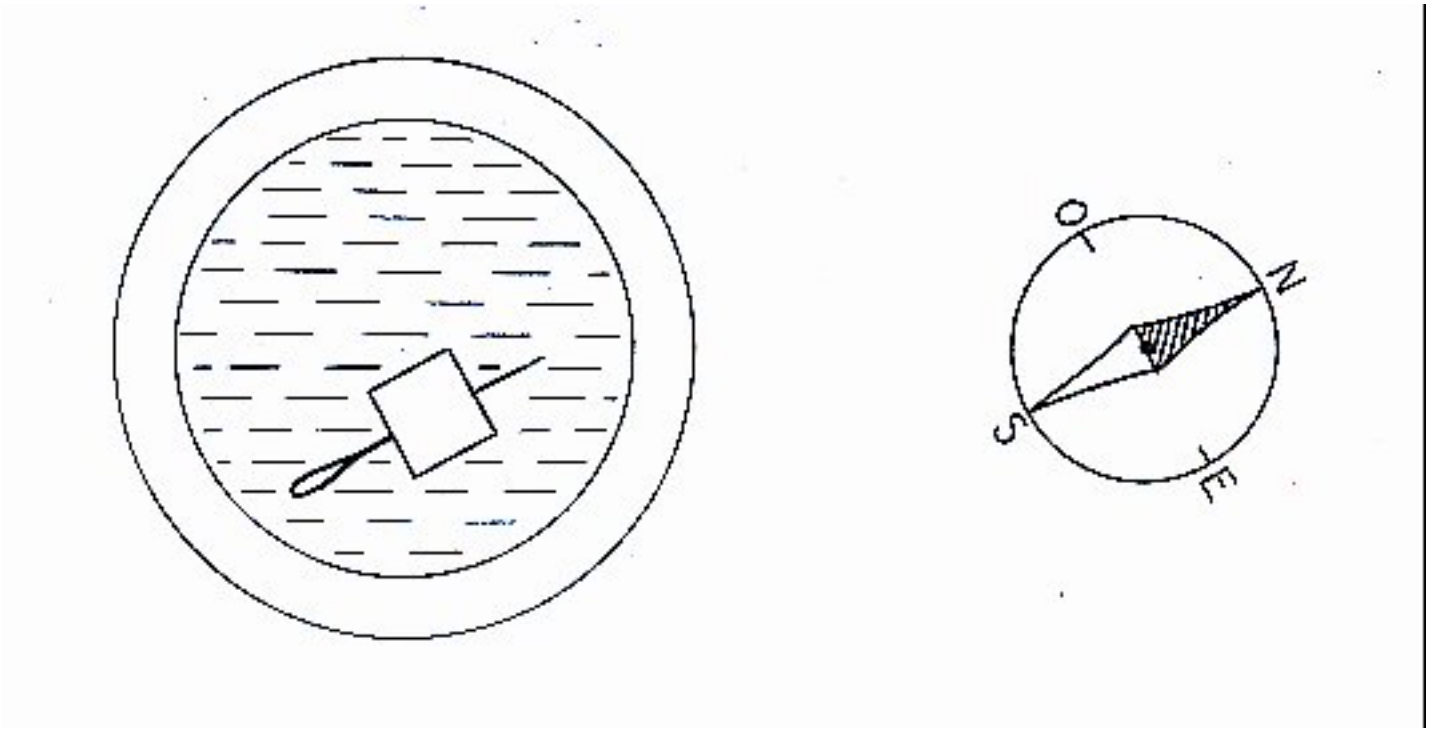
Luogo: Luogo: classe, poi un luogo all'esterno.

Materiele

Per ogni gruppo di 4-5 alunni:
una piccola bussola ordinaria
Per realizzare una " bussola galleggiante ":
un grosso ago di cucito,
una calamita,
un quadrato di polistirene,
un piatto di plastica contenente dell'acqua.
(spugna o straccio !)

Realizzazione sperimentale

Una volta che hanno in mano i 3 elementi che permettono loro di ottenere una bussola galleggiante, gli alunni cercano per prima cosa di fare galleggiare la loro calamita collocandola sul quadrato di polistirene: è vero che provando a posarla su tutti i lati del galleggiante, particolarmente sul taglio, vedono ad un certo punto l'ago girarsi e orientarsi con insistenza verso una determinata direzione: una bussola di riferimento (ma non troppo vicina al piatto con la calamita, altrimenti perderà il nord !) conferma che questo orientamento ha effettivamente qualcosa da vedere con la direzione nord-sud. A questo punto, basta fare aderire l'ago sulla calamita in modo che la sua punta indichi il nord. Ma c'è un problema: questo assemblaggio è quantomai instabile. Bisogna dunque lanciare la seguente sfida: usare la calamita ma senza posarla sul galleggiante ! Un vero rompicapo… Allora si precisa che è necessario comunicare all'ago il magnetismo della calamita… Gli alunni finiscono per cercare di strofinare la calamita sull'ago, ma senza saper bene come fare: in realtà, bisogna procedere strofinando sempre nello stesso senso (soprattutto niente movimento di "andirivieni" !) e farlo almeno una ventina di volte. Poi, una volta "magnetizzato" l'ago, lo si infilza di traverso sul quadrato di polistirene traforandolo da un lato all'altro, e la bussola galleggiante e bell'e fatta !



Osservazione: è possibile che gli alunni osservino qualcosa di strano una volta che i loro aghi magnetizzati saranno posati sull'acqua: alcuni presenteranno effettivamente la loro punta verso il nord, mentre altri presenteranno la cruna … Perché ? Questo è dovuto al fatto che i due lati di una calamita hanno una polarità opposta (una è negativa mentre l'altra è positiva). Dunque, se alcuni aghi sono stati sfregati con una faccia positiva e gli altri con una faccia negativa, essi si presenteranno "testa-piedi" rispetto al nord. Questa doppia polarità è molto semplice da mettere in evidenza. Si prendono due calamite ("nude" di preferenza) e le si avvicinano faccia contro faccia: secondo le facce presentate, si attireranno (polarità opposte) oppure si respingeranno (polarità identiche). Poi ci si può divertire a provare questa doppia polarità sfregando degli aghi con un lato, ed altri con un lato opposto, quindi si fanno delle previsioni da verificare successivamente.

Altre attività.

Questo approccio sarà completato da uno studio dei 4 punti cardinali e delle direzioni intermedie (quelle date dalla " Rosa dei venti ": nord-est, nord-ovest, sud-est, sud-ovest, nonché nord-nord-est, nord-est-est, etc.). Quindi si proporranno attività di orientamento nel corso delle quali gli alunni cercheranno di definire con la massima precisione possibile l'orientamento di un elemento del paesaggio (edificio, portone, albero, collina…) senza tuttavia cercare di valutarlo in modo angolare prima di aver acquisito la nozione di angolo ed imparato a servirsi di un goniometro. Infine, gli alunni impareranno ad orientarsi su una carta, incominciando ad orientarla correttamente rispetto al nord indicato dalla loro bussola, e determinando poi la direzione di un luogo rispetto ad un altro.

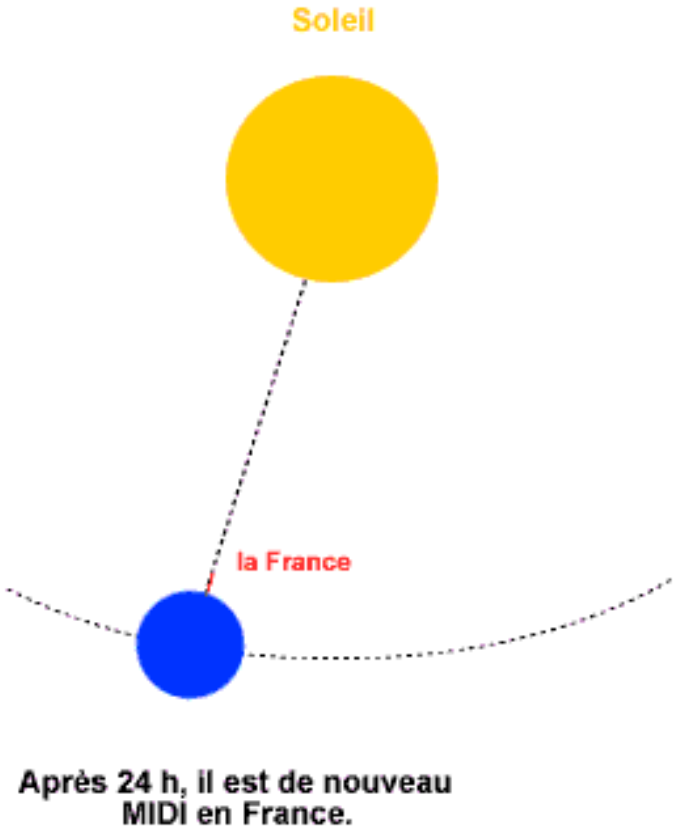
Sequenza 2

Assistenza tecnica della sequenza 2

La seconda sequenza vi invita all'osservazione giornaliera della corsa del Sole nel cielo. La traiettoria dell'astro diurno sopra le nostre teste è dovuta alla rotazione della Terra attorno al suo asse Nord/Sud in 24 ore; la variazione di questa traiettoria nell'arco di un anno è generata dall'inclinazione di questo asse di rotazione sul piano dell'orbita terrestre e alla rivoluzione della Terra attorno al Sole, che avviene in ~365 giorni. Approfondiamo ora queste nozioni.

Rotazione della Terra

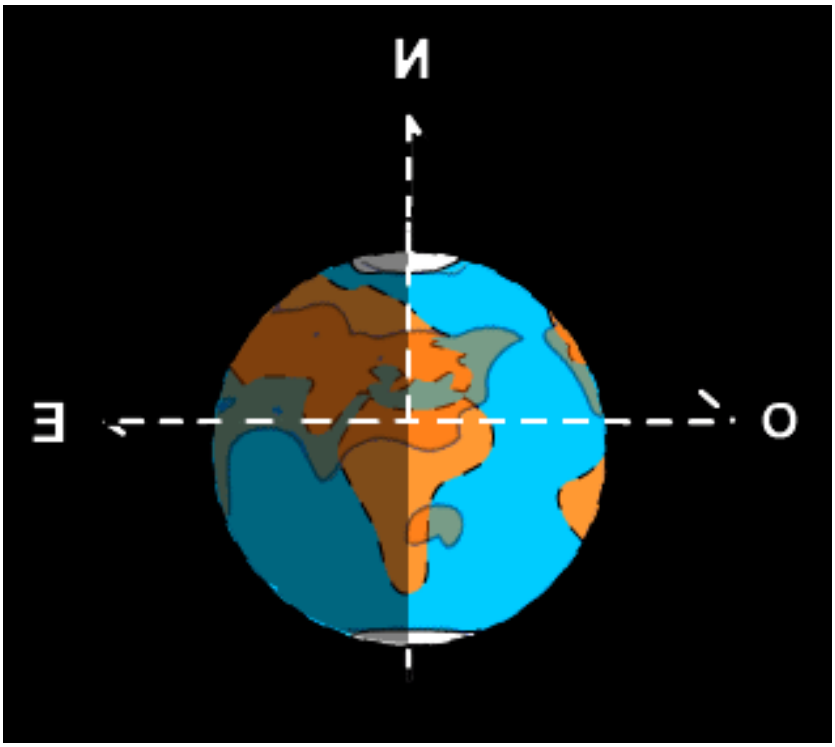
L'alternarsi del giorno e della notte è probabilmente il fenomeno astronomico più evidente e più significativo per gli esseri viventi. La Terra gira su se stessa da Ovest ad Est in 23 ore e 56 minuti rispetto alle stelle lontane (pressoché fisse). In un giorno, essa gira anche attorno al Sole per poco meno di un grado, il che prolunga leggermente la durata del giorno solare, che corrisponde in media a 24 ore. È l'intervallo di tempo che separa due passaggi del Sole sullo stesso meridiano.



Per molto tempo si credette che la Terra stesse immobile al centro dell'Universo e che fossero l'insieme degli astri a ruotare attorno ad essa. Fu Aristarco di Samos (310-230 a.C.) a gettare le basi della cosmologia dicendo che la Terra girava attorno al Sole in un anno, e su se stessa "come una trottola" in un giorno. Il suo sistema è arrivato sino a noi grazie agli scritti degli storici greci e dei suoi contemporanei (come Archimede). Questo principio venne poi ripreso dal polacco Nicola Copernico (1473-1543), che per primo osò affermare che la Terra era un pianeta come gli altri , rivoluzionando dunque non solo l'astronomia ma tutto il pensiero umano.

Traiettoria del Sole nel cielo nell'arco di un giorno

Questo movimento di rotazione attorno all'asse Nord/Sud ci dà l'impressione che il Sole (e con esso le altre stelle) giri sopra le nostre teste in senso contrario: il Sole sorge dal lato dell'Est, culmina a mezzogiorno nella direzione del Sud (per l'emisfero Settentrionale) e finisce poi per tramontare ad Ovest.



Qui dobbiamo attirare la vostra attenzione sulla nozione di "mezzogiorno solare". Si tratta del momento preciso in cui il Sole viene a trovarsi sul punto più alto nel cielo, ossia quello in cui le ombre che proietta sono più corte. La sua traiettoria nel cielo è perfettamente simmetrica rispetto alla sua posizione nel momento del mezzogiorno solare: come dice la stessa parola, "mezzogiorno" significa metà del giorno, dunque metà della durata della sua corsa nel cielo. Attenzione: non si tratta del mezzogiorno segnato dai nostri orologi meccanici! Tra l'altro, questo istante varia lungo tutto l'anno sino a presentare una differenza di diverse decine di minuti, ma di questo riparleremo nel corso delle prossime sequenze.

Sono solo preconcetti !

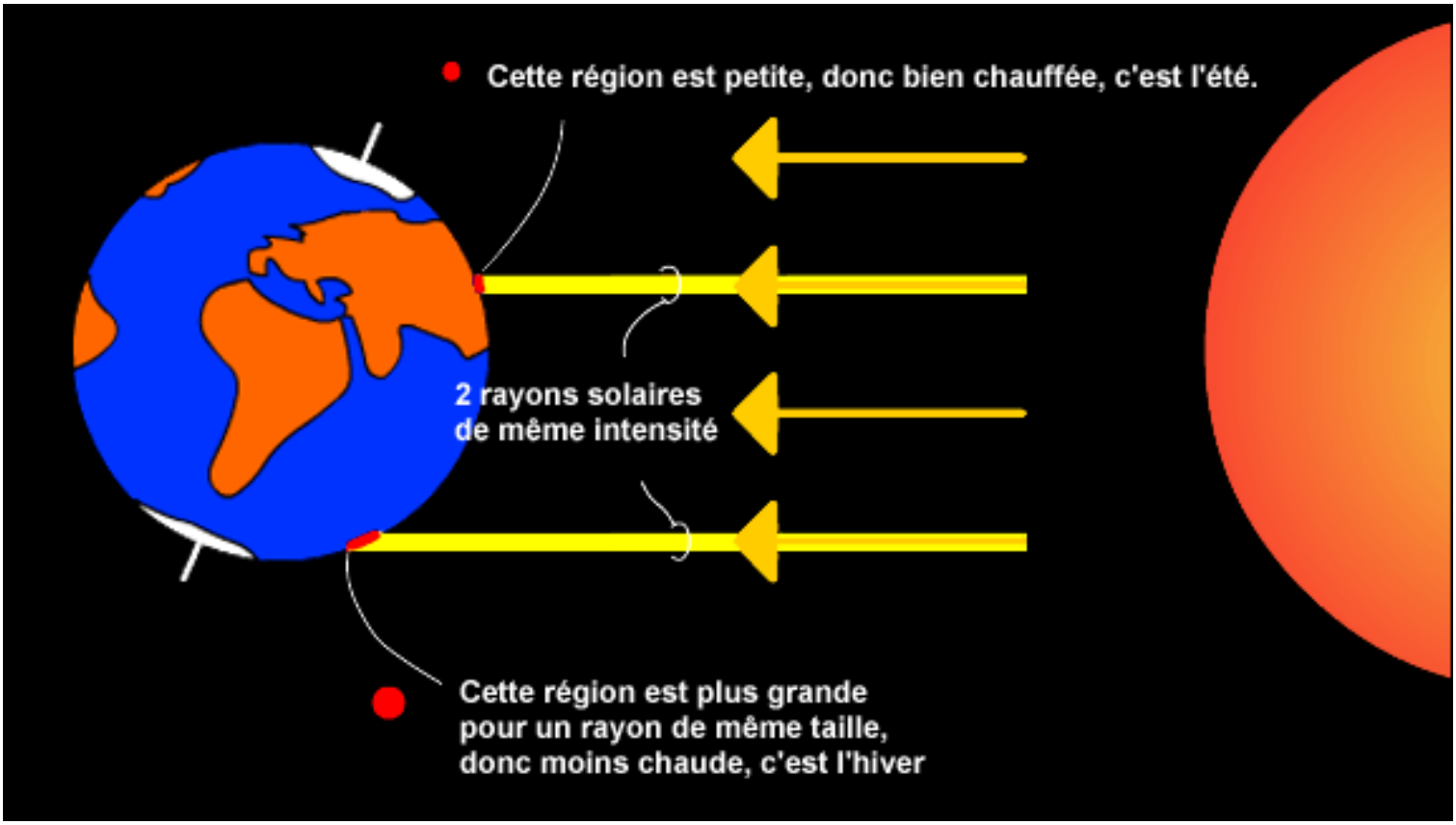
Spesso si crede a torto che il Sole sorga precisamente ad Est e tramonti ad Ovest. È sbagliato! O meglio, è vero per l'esattezza soltanto per due giorni all'anno: durante gli equinozi (date in cui la durata del giorno è uguale a quella della notte). D'inverno, il Sole spunta in direzione del Sud-Est e scompare in direzione del Sud-Ovest, e il suo percorso nel cielo è più breve (nell'emisfero Settentrionale). D'estate, è verso il Nord che estende la sua traiettoria, e il suo percorso è più lungo (ma nell'emisfero Meridionale accade esattamente il contrario). Da dove vengono dunque queste variazioni ???

Inclinazione dell'asse di rotazione

La Terra compie un giro attorno al Sole in un anno (365,25 g) descrivendo una traiettoria (che viene detta orbita) su un piano che viene detto ellittica. Proprio come una trottola in rotazione, la Terra percorre un cerchio (più precisamente un'ellisse) che ha un raggio di circa 150 milioni di km. La sua particolarità è quella di avere un asse di rotazione inclinato sul piano dell'eclittica: l'asse che collega i poli ha un'inclinazione di 23.5 gradi e punta sempre nella stessa direzione rispetto alle stelle (verso la famosa "Stella polare").

Il fenomeno delle stagioni è legato a questa inclinazione e non alla variazione della distanza Terra-Sole.

Difatti, quando l'emisfero boreale si riscalda sotto il sole estivo, l'emisfero australe subisce i rigori dell'inverno. È per questo motivo che il polo Nord è illuminato continuamente durante l'estate mentre il polo Sud è immerso nell'oscurità, e la Terra presenta ai raggi solari il suo emisfero boreale. L'asse di rotazione Nord-Sud rimane sempre orientato nella stessa direzione, mentre sei mesi dopo si osserva la situazione inversa.



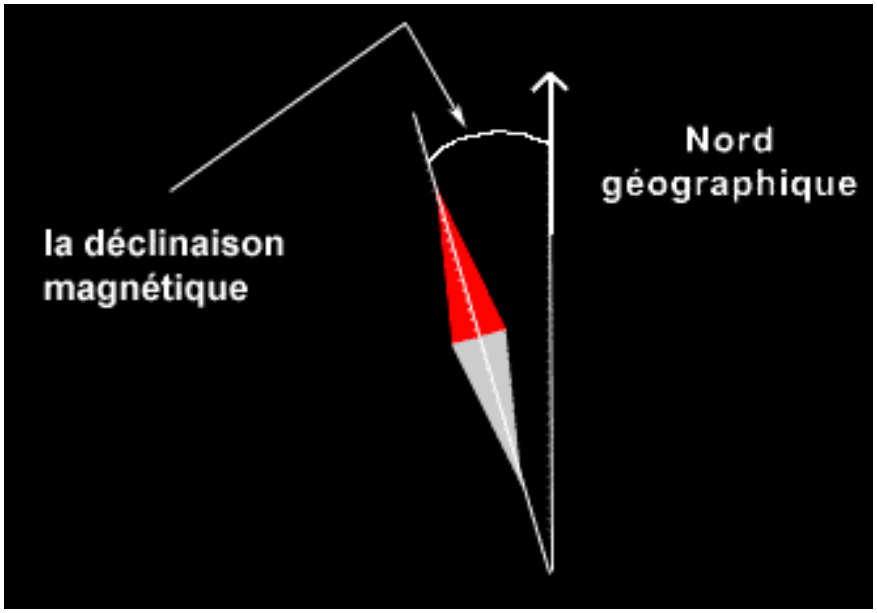
Attenzione alla nozione di nord e sud !

Sinora ci siamo riferiti esclusivamente al nord geografico, ossia alla direzione del polo Nord a partire dal punto di osservazione. Questo polo Nord non è altro che il punto in cui l'asse di rotazione attraversa la superficie terrestre. Per trovare con precisione il nord, in genere si adopera una bussola.

Ma come funziona una bussola ?

"L'uso della bussola può suscitare delle curiosità sul magnetismo, ma bisognerà essere prudenti nelle spiegazioni ed accontentarsi di un piccolo numero di constatazioni in questo campo complesso. L'ago di una bussola è una calamita che ha un polo nord e un polo sud (l'uso di "polo" qui è un'estensione per analogia con la Terra). Due calamite possono attirarsi o respingersi a seconda delle posizioni relative dei poli, per questo bisogna tenere lontana la bussola da qualsiasi materiale magnetico o calamita. Sostanze in ferro non magnetizzate si magnetizzano nelle vicinanze di una calamita (esempi: spilli, chiodi). Alcune monete, ancora in circolazione nel 2001, sono attirate da una calamita perché contengono nichel. Infine, una bobina di filo elettrico conduttore si comporta come una calamita quando è percorsa da una corrente." (estratto dal foglio conoscenza N°15 del ministero francese dell'educazione nazionale, in lingua francese, disponibile sul sito http://www.eduscol.education.fr/)

I due poli magnetici (Nord e Sud), però, non coincidono esattamente con i poli geografici. Inoltre, si spostano lentamente nel corso degli anni. Bisognerà pertanto fare una correzione (detta declinazione magnetica) sulla direzione indicata dalla bussola per trovare il nord geografico, correzione che dipende dalla nostra posizione sulla Terra e dalla data. (Questo aspetto del magnetismo non sarà spiegato agli alunni).



Sappiate dunque che la direzione Nord-Sud indicata dalla vostra bussola differisce leggermente (di qualche grado) dalla direzione dei poli geografici che vi sarà data più precisamente dalla direzione delle ombre nel momento del mezzogiorno solare. Divertitevi pure a misurare questo angolo con i vostri alunni !

Assistenza tecnica della sequenza 2

La sequenza 2 tratta delle nozioni di verticale ed orizzontale. Localmente, queste nozioni sono molto intuitive, ma per capirle su scala del nostro pianeta occorrono delle spiegazioni approfondite.

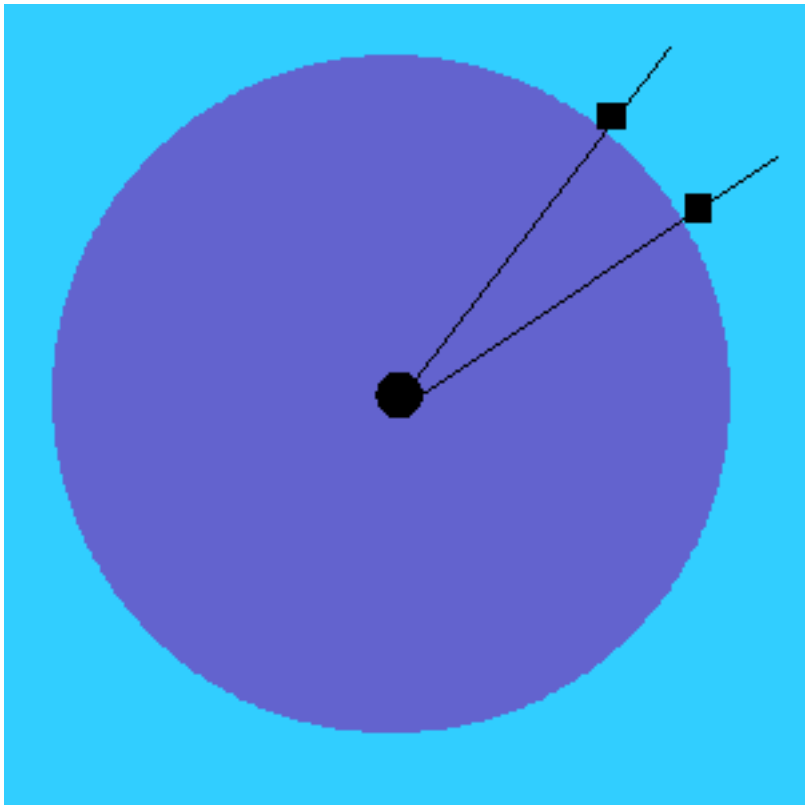
Raffigurarsi la verticale e l'orizzontale

La verticale in un punto è la direzione data da un filo a piombo. Una massa qualsiasi attaccata all'estremità di un filo produce la tensione del filo secondo una retta la cui direzione si confonde con la verticale del luogo. L'orizzontale è rappresentata da qualsiasi linea retta contenuta nel piano della superficie di un liquido fermo, in genere per osservare questo piano si usa un "livello a bolla d'aria" o "livella". È una riga piatta, quanto più lunga possibile, che porta un piccolo recipiente chiuso contenente dell'acqua ed una bolla d'aria. Quando la livella è orizzontale, la bolla è perfettamente centrata sulla superficie superiore del recipiente, altrimenti scivola verso uno dei due bordi.

Per ogni punto determinato esistono una verticale ed un'infinità di orizzontali. Nel cortile di una scuola, tutte le verticali sono parallele fra di loro e perpendicolari all'orizzontale. Invece, sulla superficie della Terra le verticali (come pure le orizzontali) non sono tutte parallele tra di loro, ma sono concorrenti al centro della Terra.

Per convincersene, si potrebbero misurare le variazioni dell'orientamento di un filo a piombo: Se si misura l'angolo fra 2 fili a piombo distanti l'uno dall'altro 111 km (il che corrisponde a 1° di latitudine), si trova una differenza di 1°. Per 2 fili a piombo che distano 1 km, si misurerebbe una differenza di 1/100 di grado, ossia 36 secondi. Sui 10 m di una classe, questo equivarrà a 0,36 secondi, un valore più piccolo di quello che può indicarci il nostro goniometro. L'angolo fra le verticali può essere misurato in punti che distano diverse centinaia di chilometri.

Si sa che la Terra è rotonda, ma sulla nostra scala di grandezze, sembra piuttosto piatta. Come conciliare queste due visioni? Il nostro ambiente circostante (le strade, il muro del cortile della scuola…) si colloca in una porzione di sfera terrestre talmente infima da potersi considerare piana. Su scala del pianeta, la verticale del nostro luogo è soltanto il prolungamento del raggio che unisce il centro della sfera alla nostra posizione (puntuale) sulla sua superficie. Pertanto, quando si passa da un punto ad un altro (da Torino a Firenze), i raggi cambiano direzione definendo ogni volta una verticale. Naturalmente, se questo spostamento è molto ridotto (da un capo all'altro del cortile della scuola), i raggi praticamente si confondono.



Su scala del pianeta, l'orizzontale è semplicemente (localmente) contenuta nel piano tangente alla superficie terrestre (sferica). Nelle piccole distanze, i piani tangenti si confondono e due banchi orizzontali situati alle due estremità della vostra classe non sembreranno inclinati l'uno rispetto all'altro. Non perché l'angolo fra questi banchi sia nullo, ma perché è troppo piccolo per poterlo misurare ! Ricordatevi che il raggio della Terra è di circa 6370 km, e che dunque occorrono dimensioni orizzontali piuttosto grandi (di almeno alcune decine di chilometri) perché la curva possa essere osservata (un orizzonte libero visto dalla riva del mare, per esempio)..

Capire la verticale e l'orizzontale

Qual è dunque "il denominatore" comune che permette di capire la natura fisica di queste due nozioni ? La gravitazione, naturalmente ! È proprio la forza di gravitazione che "attira" il peso che tende il filo a piombo. Ed è pure questa forza che attira l'acqua e fa sì che la superficie del liquido sia orizzontale.

Ma cos'è esattamente la gravitazione ?

La si può considerare come una proprietà della materia: "la materia attira la materia ". Due corpi si attraggono reciprocamente, e questa forza è tanto più forte quanto più massicci sono questi corpi, e quanto più piccola è la distanza che li separa. Per esempio, se lasciate andare un gessetto che tenete fra le dita, il gessetto cade per terra. Perché? Perché la Terra e il gessetto si attirano reciprocamente.

In quale direzione ?

In realtà, ogni punto, ogni particella che costituisce la Terra attira il gessetto ma, a causa della sua sfericità (nonché per motivi di omogeneità della ripartizione delle masse nei diversi strati che costituiscono la struttura interna della Terra), possiamo considerare che la massa della Terra è concentrata nel suo centro di massa (che possiamo prendere in una prima approssimazione come il centro della Terra). L'attrazione della Terra sul gessetto sarà dunque diretta verso il centro della Terra. Per questo motivo il filo a piombo è diretto verso il centro della Terra e materializza la verticale in un punto: si tende indicando il "centro delle masse terrestri". Dunque, cadendo (se lo lasciate andare senza lanciarlo), il gessetto segue anch'esso la verticale !

Che cosa si può dire allora dell'orizzontale ?

Si verifica esattamente lo stesso fenomeno con tutte le particelle di una quantità d'acqua: sono tutte attirate verso il centro della Terra. Quando sono in equilibrio (ferme), tutte le parti della superficie di un recipiente d'acqua si troveranno alla stessa distanza dal centro della Terra. Per questo motivo la superficie di un liquido in un recipiente è parallela alla superficie terrestre: sulla nostra scala, essa disegna un piano orizzontale, su scala del pianeta, esse segue l'incurvatura terrestre. Localmente, la superficie dell'oceano (senza onde !) è piana, ma a livello del globo, è una sfera.

Per andare più lontano...

La verticale passa veramente dal centro della Terra ? La risposta sarebbe affermativa se la Terra fosse perfettamente sferica e se la ripartizione delle masse che la compongono fosse perfettamente simmetrica rispetto al centro della sfera. In realtà, è stato dimostrato che la Terra è piuttosto un ellissoide che una sfera. Più precisamente, è leggermente appiattita sui poli. È un poco come se la Terra fosse cinta da un "cuscinetto" attorno all'equatore. Questa dissimmetria morfologica genera una leggera deviazione della risultante delle forze di attrazione gravitazionale che agiscono sul filo di piombo. Quest'ultimo si trova pertanto leggermente inclinato verso l'equatore e non indica esattamente la direzione del centro della Terra ma la direzione del "centro delle masse" che costituiscono il nostro pianeta.

Sequenza 3

Scoprire il mezzogiorno solare

Introduzione

Nel corso di questa sequenza, i bambini dovranno trovare in quale momento ha luogo il misterioso mezzogiorno solare, poi lo riprodurranno durante una simulazione con una lampadina che ritraccia la traiettoria del Sole sopra il loro gnomone. Quindi, illuminando questa volta due minignomoni fissati su un pallone, ritroveranno sorprendentemente le osservazioni che fece Eratostene nel momento del mezzogiorno solare ad Alessandria e a Siene.
Ricordiamo che il mezzogiorno solare corrisponde al momento in cui il Sole si trova a metà della sua corsa giornaliera nel cielo, e raggiunge, in quel preciso istante, la sua massima altezza sopra l'orizzonte a pieno sud (o nord, a seconda della propria posizione geografica, cfr. osservazione). Le ombre, a questo punto, raggiungono la loro lunghezza minima e sono orientate verso nord (o sud): precisiamo che si tratta del nord (o del sud) geografico (il polo Nord), il quale è leggermente diverso dal nord (o sud) magnetico indicato dalla bussola. Se questa differenza non viene individuata dai vostri alunni durante i loro rilevamenti, la parola "nord" significherà indistintamente l'una o l'altra di queste due direzioni.
Ricordiamo anche che i luoghi che si trovano sulla stessa longitudine (dunque situati sullo stesso meridiano terrestre) vedono il Sole culminare nel cielo nello stesso momento.

Osservazione: per le regioni dell'emisfero Nord situate sopra il tropico del Cancro, l'ombra nel mezzogiorno solare punta tutto l'anno verso il nord. Nell'emisfero Sud, per le regioni situate sotto il tropico del Capricorno, accade il contrario: l'ombra punta verso il sud. E le regioni situate nella zona intertropicale? È meno semplice perché vedono il Sole passare sulla verticale (zenit) nel corso dell'anno: in base alla loro posizione, l'ombra incomincia col puntare verso nord per un semestre, poi verso sud nell'altro semestre. Per non appesantire il testo, abbiamo scelto di mettervi nella situazione delle classi collocate nella zona sopra il tropico del Cancro. Le scuole situate a sud del tropico del Capricorno e, secondo il periodo dell'anno, quelle situate nella zona intertropicale avranno semplicemente da "invertire" Nord e Sud per poter seguire la sequenza.

Nozioni

Forma della traiettoria del Sole. Evoluzione nella sua altezza nel corso dei mesi. Nozione di mezzogiorno solare. Senso della rotazione della Terra. Primo approccio alla nozione di meridiano terrestre.

Premessa: rilanciare l'enigma a proposito del mezzogiorno solare.

Abbiamo visto nella sequenza precedente che i bambini si sono già imbattuti sull'enigma del mezzogiorno solare mentre osservavano l'andamento dell'ombra dei loro gnomoni con il passare delle ore: l'ombra girava, si accorciava verso metà giornata per poi riallungarsi. I tracciati ottenuti si aprivano a ventaglio verso il nord, direzione che l'ombra raggiungeva in un determinato momento, non ancora individuato.
Per stimolare ancora un po' di più la curiosità degli alunni, date loro da leggere questo testo complementare:

Già da molto tempo, ancor prima di Eratostene, si osservava l'evoluzione dell'ombra di un bastone (o di un obelisco) per seguire il corso del Sole lungo tutta la giornata, e lungo tutto l'anno. Infatti, grazie a delle tacche tracciate sulla punta dell'ombra, questa poteva servire come orologio da un giorno all'altro, e come calendario da una stagione all'altra… Ma la cosa più straordinaria era che l'ombra, in un

momento molto preciso della giornata, potesse servire sia come orologio che come calendario! Era il momento in cui la sua dimensione rimaneva più piccola. È il cosiddetto mezzogiorno solare. Tutti stavano ad aspettarlo, Eratostene, per fare le sue misurazioni, ma anche i carovanieri e persino i costruttori di piramidi per un'altra ragione, che scoprirete nello stesso momento del misterioso mezzogiorno del Sole …

A partire dai commenti e dai dibattiti che seguiranno, sembrerà evidente che la prima di tutte le priorità sarà quella di scoprire a cosa corrisponde il mezzogiorno solare. Vedremo che una nuova sessione di rilevamenti permetterà di scoprirlo e, nel contempo, fornirà dei chiarimenti sui punti oscuri di questo racconto, sia immediatamente che un po' più tardi, nel corso dell'anno, attraverso 2 o 3 altri rilevamenti.

Indice della sequenza:

1) Scoperta del mezzogiorno solare a partire da nuovi rilevamenti
2) Uso dell'ombra come "orologio" e come "calendario".
3) Simulazione del corso del Sole che culmina nel mezzogiorno solare.
4) Simulazione del mezzogiorno solare con un pallone.

---

1) Scoperta del mezzogiorno solare a partire da nuovi rilevamenti

Durata : Attività saltuaria da rinnovarsi ogni ora (se possibile) nel corso di una giornata di sole, con maggiore frequenza durante l'ora di pranzo.

Luogo : Luogo esposto al sole per tutto il giorno.

Materiale :

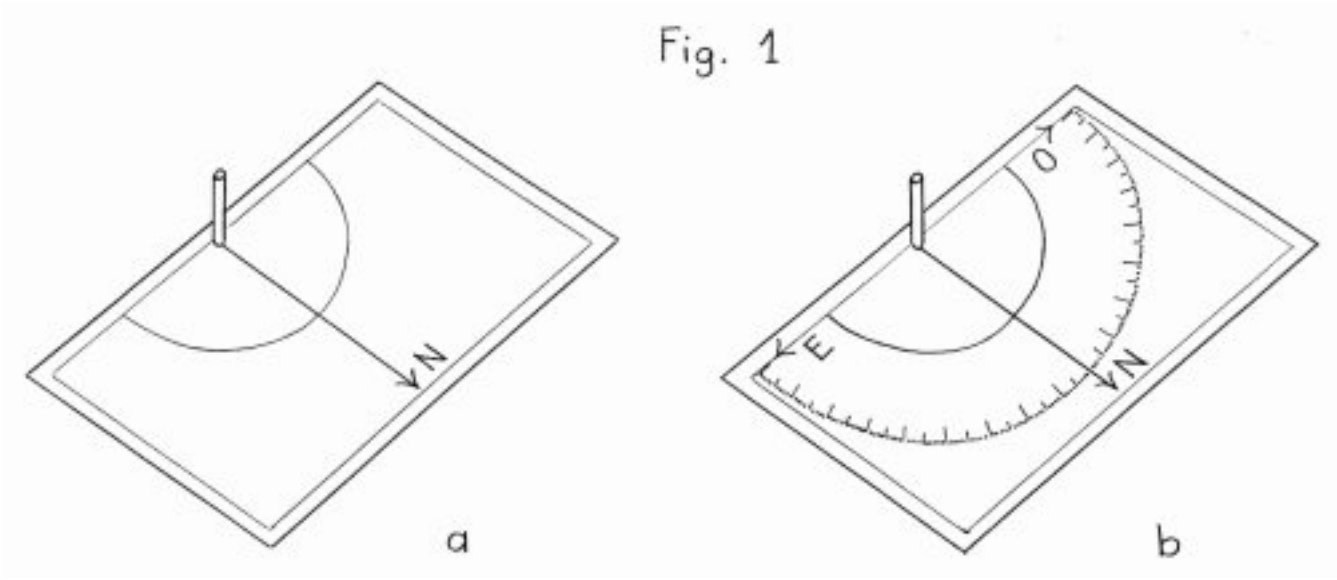
Per gruppi di 3 – 5 alunni:
uno gnomone della serie degli gnomoni identici (vedere la sequenza 2, parte 3), più il materiale per regolarlo (sequenza 2,partie 4).
una bussola,
un compasso,
una riga,
un righello di misura in carta millimetrata,
un foglio di carta da ricalco.

Dibattiti a proposito del mezzogiorno solare.

Durante i precedenti rilevamenti, gli alunni hanno osservato che quello fatto a "mezzogiorno preciso" (alle ore 12.00) non offriva nulla di particolare poiché dopo questo momento, l'ombra aveva continuato a rimpicciolirsi e la sua direzione in quel momento non aveva nulla di particolare. Invece ora sono curiosi di vedere a che ora l'ombra coinciderà con la direzione del nord e a che ora sarà più corta: formulano diverse ipotesi e le registrano nei loro quaderni di esperienze. Dopo i dibattiti, i bambini sono convinti che l'unico modo per risolvere la questione sia di rimettere gli gnomoni al Sole….

Preparare "la caccia" al mezzogiorno solare

Sono tutti d'accordo sul fatto che le osservazioni devono essere molto ravvicinate nel periodo presunto in cui avrà luogo il mezzogiorno solare. E poiché questo periodo corrisponde alla pausa di mezzogiorno, speriamo che la maggior parte degli alunni pranzino a scuola! (Prevederanno di alternarsi per non disturbare il servizio). In questo periodo, ogni gruppo di 3 – 5 bambini sarà autonomo, e sceglierà il momento d'inizio delle operazioni ed il ritmo dei rilevamenti.
Per poter sorvegliare meglio il momento in cui, da un lato, l'ombra coinciderà con la direzione nord indicata dalla bussola e, dall'altro, in cui sarà più corta, fate tracciare su un foglio (da mettere sotto la carta da ricalco) con il compasso un semicerchio il cui raggio sarà vicino alla lunghezza dell'ombra più corta ottenuta durante i rilevamenti fatti in precedenza. Il foglio verrà poi centrato sulla base dello stecchino, a partire dal quale si traccerà una semiretta (dividendo in due il semicerchio) che sarà allineata con la direzione del nord magnetico durante i rilevamenti (Fig. 1a). In questo modo, gli alunni potranno visualizzare a colpo d'occhio sia la variazione della lunghezza dei tracciati dell'ombra corta rispetto al semicerchio, sia la direzione di questi tracciati rispetto alla semiretta (che dovrà anch'essa figurare sul foglio da ricalco).



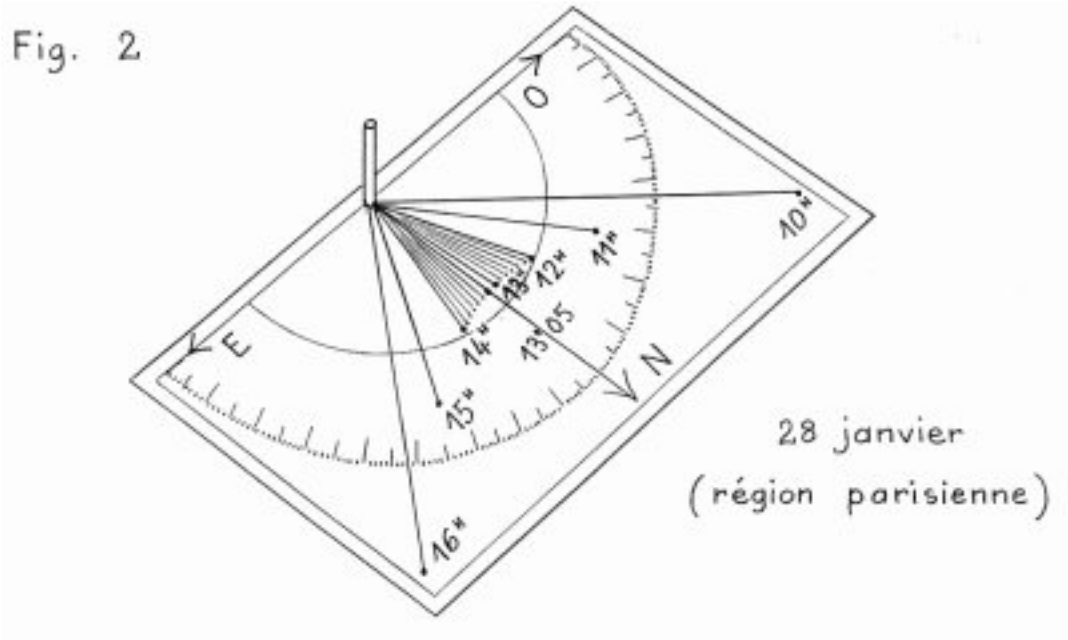
Se i vostri alunni sono appassionati dalle misure, potranno anche, misurando l'ombra ad ogni rilevamento, valutare l'angolo che forma con la direzione nord (o con l'est o l'ovest per i tracciati del mattino e del pomeriggio): faranno questo ingrandendo con una fotocopia un goniometro in Plexiglas, e poi ritagliandolo per conservare solo l'arco esterno delle graduazioni, senza i numeri. Poi si fotocopierà questo arco perché abbia un formato piuttosto grande (Fig. 1b): su un foglio A4 per esempio, i gradi saranno spaziati di 2 mm, il che permetterà di ottenere una precisione di un terzo di grado!

Procedere ai rilevamenti.

Per tentare, nel contempo, di far luce sul mistero dell'"ombra-orologio" e dell'"ombra-calendario", gli

alunni capiranno la necessità di procedere a rilevamenti ogni ora, oltre ai rilevamenti ravvicinati fatti durante la l'intervallo di mezzogiorno. Per non disorganizzare la vita della classe, si decide che tutti i gruppi procederanno allo stesso tempo a questi rilevamenti ulteriori, al segnale in cui "scatta" ogni ora intera. Se tuttavia questa cadenza dovesse risultare troppo vincolante, si riprenderà il ritmo più elastico dei precedenti rilevamenti (vedere sequenza 2, parte 1) annotando accuratamente l'ora e i minuti per ognuno di essi.
Non appena c'è una prima giornata di bel tempo, dopo aver regolato gli gnomoni, orientato accuratamente la semiretta del foglio da ricalco verso il nord e scritto la data, gli alunni eseguono i rilevamenti d'ombra ad ogni ora della mattina, compreso mezzogiorno. Alcuni hanno l'idea di valutare l'angolo di questi tracciati rispetto alla direzione ovest per dedurne, al contrario, l'orientamento del Sole.

Poi, alternando i bambini nell'ambito di ogni gruppo, durante l'intervallo del pranzo e dopo aver regolato tutti gli orologi, si procede ai rilevamenti più ravvicinati secondo la frequenza scelta, senza dimenticare di fare un rilevamento alle ore 13.00 in punto. Ogni volta, si prende nota dell'ora, della lunghezza del tracciato d'ombra con il righello millimetrato, o del suo scostamento con la direzione del nord, e naturalmente il momento in cui l'ombra coincide con la semiretta. Poi si riprendono i rilevamenti ogni ora fino alle ore 16.00 (o 17.00).



Interpretare i rilevamenti svolti durante l'interclasse.

Non appena si riprendono le lezioni, all'inizio del pomeriggio, dunque appena dopo il presunto momento del mezzogiorno solare, ci si riunisce per esaminare i ricalchi (che saranno poi rimessi sotto le basi degli gnomoni per gli ultimi rilevamenti).
Ogni gruppo ha già constatato sul posto che la lunghezza dell'ombra variava pochissimo nelle vicinanze della semiretta che indica il nord, e che il leggero sfuocamento all'estremità dell'ombra era una difficoltà per eseguire confronti precisi. Tuttavia, ora sono tutti persuasi che il momento in cui l'ombra è più corta, anche se non è stato verificato in modo sicuro, ha effettivamente qualche cosa da vedere con l'istante in cui l'ombra ha raggiunto la direzione nord. Ma come esserne sicuri?
Il fatto che ciascun gruppo abbia svolto i propri rilevamenti in momenti diversi durante il presunto periodo del mezzogiorno solare permetterà, sovrapponendo due o tre fogli da ricalco, di "addensare" con la trasparenza il ventaglio dei tracciati nella zona in questione: dunque si cercherà il migliore "candidato" possibile fra le ombre, quella che possa essere dichiarata "ombra più corta". E risulterà che quella che coincide con la semiretta merita effettivamente questo titolo, con gran soddisfazione generale !
Tuttavia, è possibile che, paradossalmente, dei rilevamenti particolarmente accurati mettano in evidenza

un leggero scostamento fra questa ombra e la direzione nord: bisognerà allora spiegare che il nord indicato dalla bussola non è il "vero" nord puntato dall'ombra, poiché il nord geografico corrisponde al polo Nord e che esiste un modo per determinarlo e lo vedremo fra breve (vedere l'attività del tracciato della meridiana el luogo indicato alla fine della sequenza).

Convalidare la scoperta del mezzogiorno solare

Chiedete poi agli alunni di descrivere la posizione del Sole in quel preciso momento: scommettiamo che risponderanno senza esitazione: *"il Sole è nel punto più alto nel cielo e esattamente nella direzione del sud (o del nord secondo la vostra posizione geografica, vedi osservazione all'inizio della sequenza)"* . Ed è, infatti, una buona definizione di questo misterioso mezzogiorno al Sole, chiave fondamentale nell'esperienza di Eratostene.
Mostrate alla lavagna l'ora che accompagna il tracciato d'ombra corrispondente: poiché i bambini si interrogheranno sul fatto che questo momento non coincide con il mezzogiorno dei nostri orologi, dite che è per motivi di ordine pratico che non si vive più all'ora del Sole, e che ne capiranno il perché in una simulazione successiva (vedere alla fine della sequenza).
In seguito a questa memorabile giornata, fotocopiate la parte del ricalco che è servita a determinare l'ora del mezzogiorno solare affinché i vostri alunni la inseriscano nel loro quaderno di esperienze: evidenzieranno con un colore il tracciato d'ombra in questione e l'ora del rilevamento, quindi commenteranno i risultati ottenuti. Constateranno poi che l'ora del mezzogiorno solare *data dai nostri orologi* varia nel corso delle settimane, entro un campo di circa 20 minuti (più un'ora se il paese passa all'ora estiva).
Vedremo, alla fine della sequenza, come conoscere questa ora con precisione ogni giorno e in tutti i luoghi, in modo semplice e veloce.

---

2) Uso dell'ombra come "orologio" e come "calendario"

Durata : L'indomani dell'attività precedente (o al massimo entro gli 8 giorni) osservazione saltuaria da fare ogni ora (se possibile) durante una giornata di sole, quindi ripetizione dell'attività più volte durante l'anno.

Luogo : Luogo esposto al sole per tutto il giorno.

Materiale :

Per gruppo di 3 – 5 alunni:
uno gnomone della serie degli gnomoni identici (vedere la sequenza 2, parte 3), più il materiale per regolarlo ed orientarlo (sequenza 2, partie 4),
la carta di ricalco dei precedenti rilevamenti,
un ulteriore foglio di ricalco.

Prima nei giorni, poi nelle settimane che seguono, mentre si andrà avanti con il progetto, gli alunni potranno far luce sui punti oscuri del piccolo testo messo all'inizio della sequenza. Vedremo che poi le simulazioni descritte più lontano ne risulteranno approfondite e completate..

Scoprire il che modo l'ombra può servire da "orologio".

Se fa ancora bel tempo l'indomani della memorabile scoperta del mezzogiorno solare (o, speriamolo, negli otto giorni che seguono) gli alunni metteranno i loro gnomoni al Sole con il foglio degli ultimi rilevamenti. La maggior parte pensano già che l'ombra andrà a cadere, nell'ora determinata, su ogni tracciato e le nuove osservazioni daranno loro ragione: *"L'ombra che gira fa come la lancetta di un orologio: ci dà l'ora l'indomani"* . (Fate osservare che l'ombra gira per l'appunto nello stesso senso delle lancette dei nostri orologi: questo senso sarà forse stato scelto per questo motivo quando furono costruiti i primi orologi?)
Chiedete poi se l'ombra continuerà a svolgere la sua funzione di *"orologio"* nei giorni e nelle settimane che seguono: i bambini prenderanno nota delle loro ipotesi e dei loro argomenti nei loro quaderni di esperienze. La verifica verrà eseguita ulteriormente, e permetterà nel contempo di elucidare il mistero dell'ombra che serve da *"calendario"* .

Scoprire in che modo l'ombra può servire da "calendario".

L'ideale sarebbe di rifare, in diversi periodi dell'anno, nuove sessioni di rilevamenti per osservare l'evoluzione dei ventagli di tracciati d'ombra. Per far questo, riferitevi alla scheda di attività opzionali: Un *"calendario solare"* a partire da ventagli di tracciati d'ombra.
Altrimenti, ecco cosa bisognerà fare. In seguito ai primi rilevamenti dell'ombra al momento del mezzogiorno solare, basterà che i vostri alunni confrontino le misure ottenute per accorgersi che la lunghezza dell'ombra evolve nel corso dei giorni (si accorcia dal 21 dicembre al 21 giugno e si allunga poi fino al 21 dicembre): capiranno perché, da una stagione all'altra, quest'ombra può servire da calendario.
D'altra parte, un rilevamento preciso alla cosiddetta ora del mezzogiorno solare può mettere in evidenza un leggero scostamento del tracciato da una settimana all'altra, rivelando che, *rispetto ai nostri orologi* , il momento del mezzogiorno solare non è più del tutto identico rispetto a circa otto giorni prima. Altri rilevamenti mostreranno che questo scostamento oscilla lungo tutto l'anno, comportando delle variazioni dell'ora del mezzogiorno solare sui nostri orologi. La causa è dovuta al fatto che i nostri orologi non tengono conto di alcune irregolarità dei movimenti della Terra, dovute al fatto che l'asse dei poli non è perpendicolare al piano della traiettoria del nostro pianeta attorno al Sole, e che questa traiettoria non è circolare ma leggermente ellittica.
In seguito a queste attività, gli alunni avranno risolto alcuni punti oscuri del piccolo testo: ora sanno perché i punti di riferimento dell'ombra di un bastone possono indicare l'ora al Sole con una relativa precisione per alcuni giorni, ma anche perché il fatto che questo non sia più valido a lungo termine permette invece di orientarsi nell'anno col passare delle stagioni. Avranno capito anche perché l'ombra, nel momento del mezzogiorno solare, può svolgere queste due funzioni nel corso delle settimane, poiché la sua lunghezza va cambiando. E avranno visto, naturalmente, a partire dalla scoperta del mezzogiorno solare, l'ulteriore interesse che questa ombra offre per i *"carovanieri e i costruttori di piramidi"* : la direzione del nord permette agli uni di orientarsi nel loro cammino, agli altri di orientare i loro edifici.
A questo proposito, documentandosi sulle piramidi egiziane, i bambini scopriranno che il loro piano sul suolo, un quadrato, è orientato con precisione a partire dai quattro punti cardinali, ed ogni lato è previsto

per guardare in una delle quattro direzioni. Allo stesso modo, i più curiosoni vedranno che alcune piramidi sono circondate da un muro di cinta rettangolare orientato est-ovest, e che la celebre sfinge di Gizeh guarda dritto verso est, dal lato in cui si alza Amon-Râ, il dio sole, e volge dunque le spalle ad ovest, laddove sono costruite le tombe ed i templi funerari.

---

3) Simulazione del corso del Sole che culmina a mezzogiorno solare.

Durata : 30 - 40 minuti (senza gli schemi)

Luogo : Classe leggermente oscurata (o qualsiasi altro luogo).

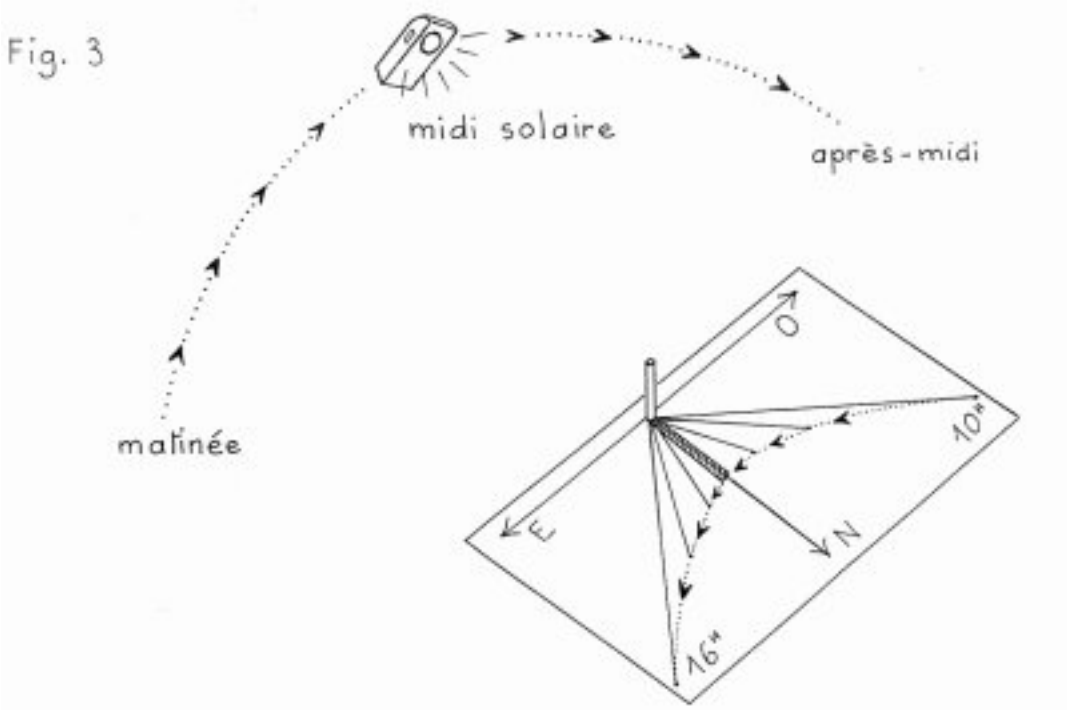
Materiale :

Per gruppo di 3 – 5 alunni:
l o gnomone che è servito per la scoperta del mezzogiorno solare,
il foglio da ricalco dei corrispondenti rilevamenti
un grande foglio di carta bianca,
una lampadina tascabile.

Ecco un'attività che appassionerà i vostri alunni (alla quale alcuni avranno forse già pensato). Si tratterà di riprodurre con una lampadina il movimento – accelerato – del Sole mediante i tracciati d'ombra della memorabile giornata della loro scoperta del mezzogiorno solare. Ogni gruppo monta dunque il suo gnomone su una tavola dopo aver collocato sulla base il foglio dei rilevamenti in questione. .

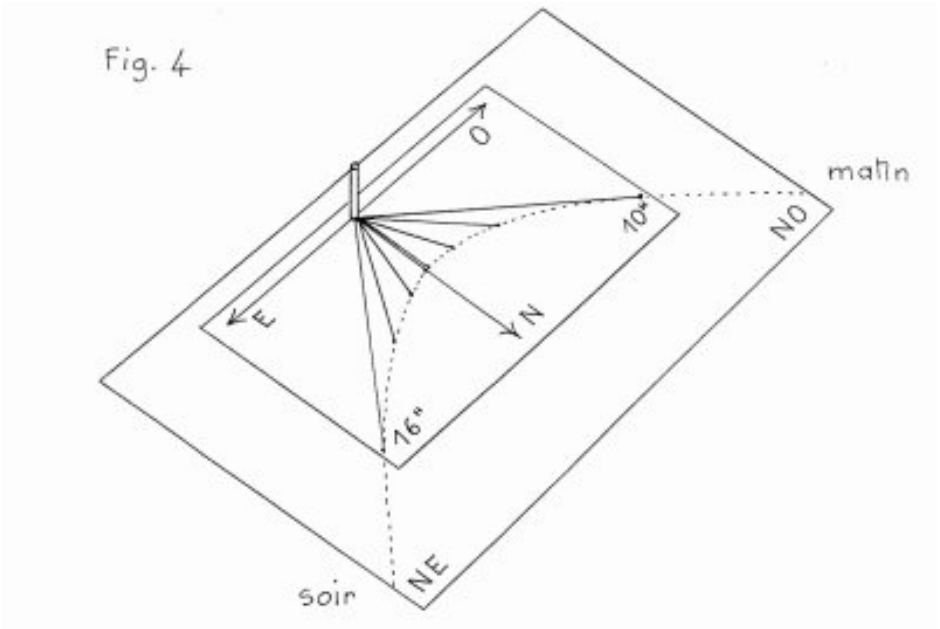
Sostituire l'ombra nei suoi tracciati successivi. .

A turno, illuminando lo gnomone con una lampadina tascabile, i bambini si sforzano di far cadere l'ombra sui tracciati successivi, cercando nel frattempo di far coincidere anche la sua lunghezza con ciascun tracciato. I loro compagni osservano attentamente il movimento della lampadina nella sua doppia componente: rotazione" dietro "lo gnomone e variazione di altezza, la quale giungerà effettivamente al suo massimo al momento del mezzogiorno solare (debitamente acclamato). Andando inizialmente a tentoni e facendo una leggera pausa su ogni tracciato, gli alunni riescono poi a manipolare la lampadina con un movimento continuo.



Simulare il corso del Sole dall'alba al tramonto.

A partire dai tracciati della carta da ricalco, proponete prima di dedurre, poi di simulare il percorso *completo* del Sole nel cielo da mattina a sera. Alcuni alunni cercano spontaneamente di prolungare il movimento della loro lampadina da un lato e dall'altro, mentre altri analizzano la direzione e la lunghezza dei tracciati, cercando di dedurne quelli che vengono avanti e prima: avvertono allora la necessità di collegare le estremità dei tracciati esistenti e di prolungare la curva ottenuta dai due lati. Per far questo richiedono un grande foglio di carta bianca che collocano sotto il loro foglio da ricalco, quindi prolungano la curva a destra e a sinistra del ventaglio. Riprendendo la lampadina, fanno descrivere alla punta dell'ombra il percorso della curva ottenuta: quelli che ci riescono con un movimento continuo possono dunque vantarsi di essere riusciti *"ad imitare il vero Sole !"*

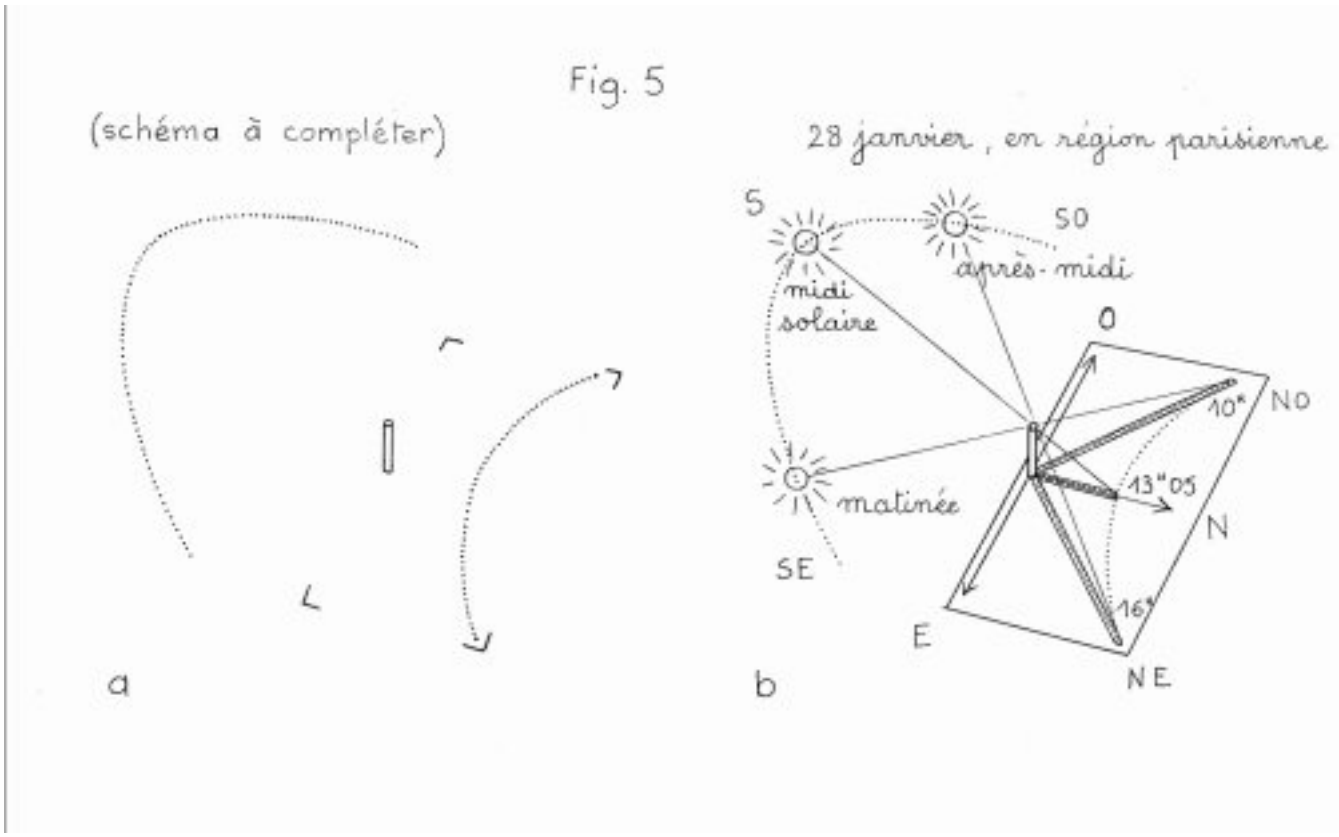


Approfittatene per chiedere di definire, a partire da questa curva, la direzione approssimativa del Sole all'alba e al tramonto. Più tardi, se la simulazione viene ripresa in seguito a nuovi rilevamenti, gli alunni osserveranno che queste direzioni cambiano anch'esse: dopo il solstizio d'inverno in cui spunta verso nord-est, il Sole si alza sempre più verso l'est, direzione che raggiunge al momento dell'equinozio di

primavera; poi l'alba si sposta verso il sud-est fino al solstizio d'estate, dopo di che la tendenza si inverte fino al solstizio d'inverno.

Schematizzare la simulazione.

Dopo diverse prove, i bambini si rendono conto che è difficile tradurre in modo soddisfacente questa simulazione senza ricorrere ad effetti di prospettiva, il che non è assolutamente facile per la maggior parte di loro. Potete allora distribuire delle fotocopie che riproducono solo l'asta dello gnomone (lo stecchino), le due curve tratteggiate, e i quattro angoli della base. (Fig. 5a). A partire da quello che figura sul loro foglio da ricalco dei rilevamenti, gli alunni dovranno completare lo schema. Ma, per non sovraccaricare la parte centrale di questo schema, materializzeranno solo i tre principali raggi luminosi con le tre ombre corrispondenti (Fig. 5b).



Per andare più lontano, proponiamo un'attività opzionale nella scheda: "Simulare le variazioni stagionali dell'ombra di uno gnomone ".

---

4) Simulazione del mezzogiorno solare mediante un pallone.

Durata : Due sessioni di circa 30 minuti ciascuna (escluse le tracce scritte).

Luogo : Classe leggermente oscurata (o qualsiasi altro luogo).

Materiale :

Per gruppo di 3 – 5 alunni:

: 1a sessione: un pallone non troppo piccolo (liscio e unico fondo se possibile),
un cilindro di cartoncino bristol più largo che alto, per posare il pallone in modo stabile,
di che fare 5 o 6 "mini-gnomoni" identici, non più alti di 1 cm (chiodi di tappezziere, semi, piccole viti, mezzi di fiammiferi o bastoncini di plastilina),
della gomma adesiva,
una lampadina tascabile.

2a sessione: materiale identico con in più una "mini-cartina" dell'Egitto (riduzione mediante fotocopia): la distanza Alessandria-Siene sarà all'incirca 1/7° della circonferenza del pallone (misurata con uno spago), il che è volontariamente superiore a quella che si misura su un mappamondo; si ritaglierà la "mini-cartina" nella larghezza per tenere solo la parte utile: il delta e la valle del Nilo fino a Siene.

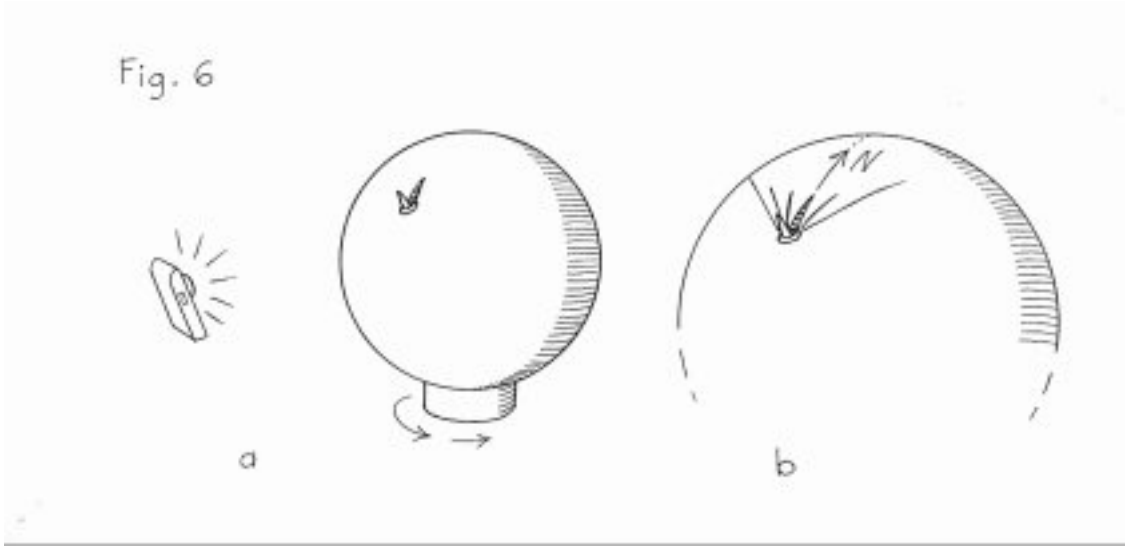
Se i vostri alunni hanno seguito con passione la precedente simulazione, saranno ancora più appassionati da quelle che seguono. Si tratterà, niente di meno, di osservare dallo "spazio" gli effetti della rotazione di un "pallone-Terra" su se stesso, sul quale saranno stati collocati dei "mini-gnomoni", il tutto illuminato da una "lampadina-Sole", immobile questa volta. Notate che le condizioni saranno invertite rispetto alle simulazioni precedenti in cui era la "lampada-Sole" che si spostava rispetto ad una "superficie-Terra" immobile e piana".

1a sessione: :

a) ritrovare sul pallone le osservazioni fatte con lo gnomone al Sole.

Ogni gruppo fissa un "mini-gnomone" (diciamo una piccola vite) in un punto qualsiasi del pallone; lo posa sul cilindro, sistema il tutto su un tavolo e, per mantenere il cilindro al suo posto, suddivide quattro "fermi" in plastilina attorno alla sua base. A questo punto, lanciate la seguente sfida: *"Ritrovate, con la lampadina immobile che illumina la vite sul pallone in rotazione, il movimento e le variazioni di lunghezza dell'ombra osservati l'altro giorno con lo gnomone al Sole"* .
Gli alunni si porranno un certo numero di problemi – molto interessanti: dove deve trovarsi la lampadina rispetto al pallone? In quale senso bisogna farlo girare? Come individuare il momento del mezzogiorno solare? Cosa fare se, in questo momento, l'ombra è troppo lunga o troppo corta rispetto all'altezza della vite?

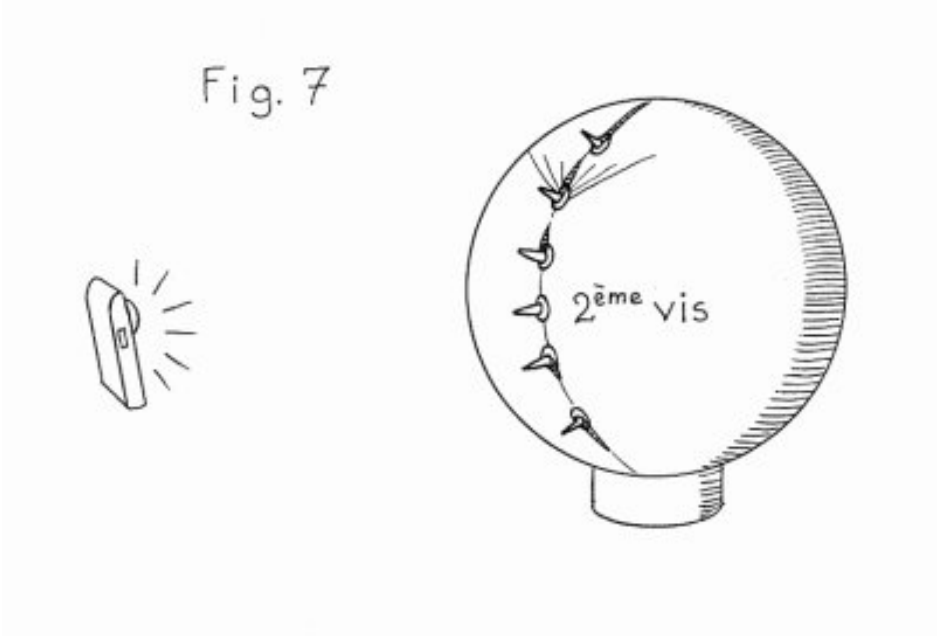
Quante discussioni e quanti tentativi in prospettiva! Ma i bambini finiranno per risolvere tutti questi problemi e, contentissimi, vedranno l'ombra della loro piccola vite comportarsi come quella del loro gnomone, l'altro giorno *"con il vero Sole "* . Per riuscirci, avranno dovuto capire un mucchio di cose, in particolare che il pallone doveva girare *"nell'altro senso rispetto a quello delle ombre"* osservato in precedenza, e dunque nel senso inverso rispetto alle lancette di un orologio.



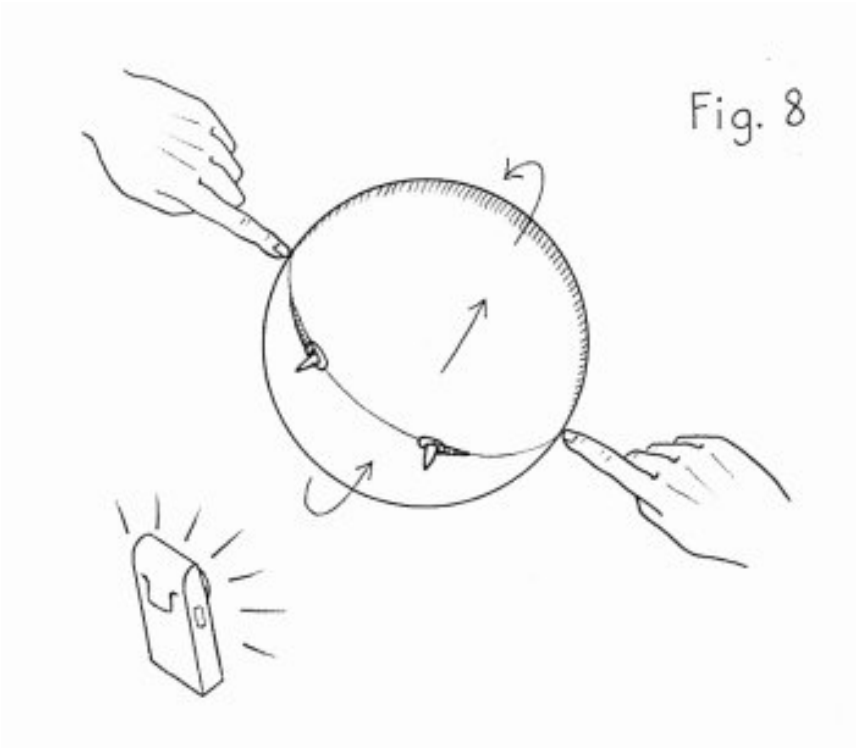
In alcuni gruppi, sarà stato disegnato con la penna il ventaglio dei "mini-tracciati" d'ombra della vite, ed è possibile che si sia avuta l'eccellente idea di materializzare la direzione del "polo Nord" con una linea tratteggiata con freccette che raggiunge la cima del pallone (ne riparleremo ulteriormente). Tutti i bambini avranno naturalmente osservato le due facce del pallone, una dal lato "giorno", l'altra dal lato "notte", ed il modo in cui la vite passava dall'una all'altra al "mattino" e alla "sera".

b) mettere diversi "mini-gnomoni" in modo che il loro mezzogiorno solare capiti allo stesso momento.

È qui che i vostri alunni faranno un approccio sperimentale alla nozione di meridiano.
Su ogni pallone, con la vite in "posizione mezzogiorno solare" davanti alla lampadina accesa, lanciate una seconda sfida: *"Prendete una seconda vite e, senza fare cadere il pallone e senza muovere la lampadina, trovate in quale punto occorre metterla perché non abbia assolutamente nessuna ombra. Aggiungete due o tre altre viti perché siano anch'esse a mezzogiorno solare. Quindi, fate girare il pallone per verificarlo".*
Gli alunni capiscono che la 2a vite giocherà, rispetto alla prima, il ruolo del bastone di Siene rispetto a quello di Alessandria. In tal modo, trovano rapidamente il suo posto "a sud" della 1a vite. Coloro che hanno avuto l'idea, poco prima, di tracciare una linea fino al "polo Nord" del pallone vedono subito che la 2a vite deve essere messa da qualche parte nel prolungamento di questa linea. Pertanto, non avranno alcuna difficoltà a trovare la posizione delle altre viti che collegano nello stesso modo, osservando anche altre cose interessanti per il seguito del progetto: che le ombre coincidono con la linea, che la loro lunghezza aumenta progressivamente verso i "poli", che le viti "a sud" della 2a linea hanno l'ombra che punta verso il "polo Sud"



Chiedete allora cosa deve fare la linea che collega tutte le viti se la si prolunga sui due lati: *"Farà il giro del pallone !"* . Gli alunni predicono poi che mettendo delle viti *"di dietro"* e facendo girare il pallone, le viti si troveranno anche tutte allo stesso momento del mezzogiorno solare, cosa che ovviamente verificheranno.
D'altro canto, riferendosi ad un mappamondo o a schemi visti in libri, alcuni si chiederanno cosa succede con *"una Terra inclinata"* : avranno difficoltà ad ammettere che le ombre a mezzogiorno solare possano puntare verso i poli come il pallone "ben dritto" sulla sua base. Ma come fare per saperlo? La cosa più semplice – e più divertente – è tenere il pallone tra due indici a livello dei "poli", inclinarlo più o meno e farlo girare con i pollici: i bambini osservano che, qualunque sia la sua inclinazione – compresa l'orizzontale – le ombre a mezzogiorno solare continuano ad allinearsi sul meridiano ! !

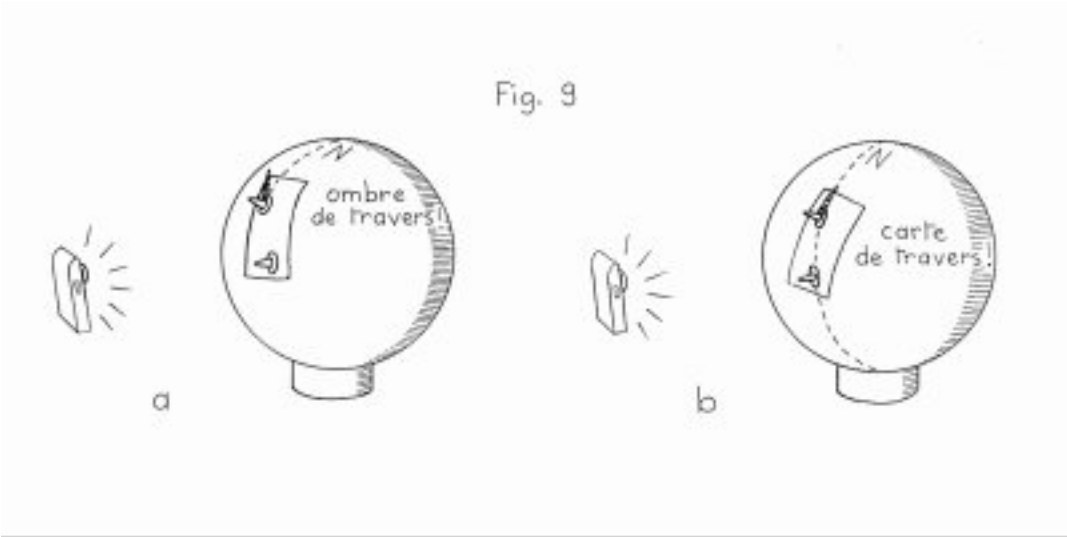


Seconda sessione

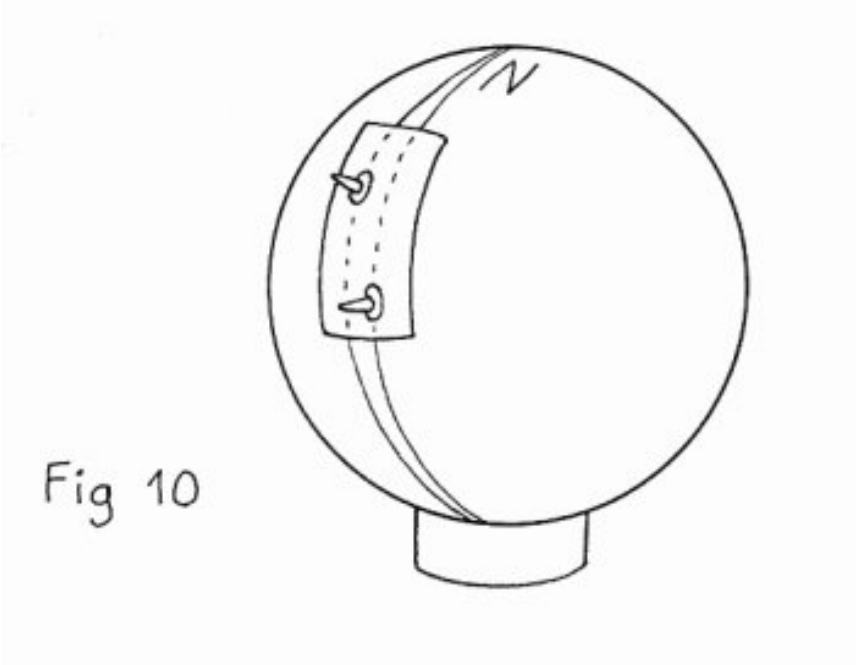
a) Riprodurre il mezzogiorno solare ad Alessandria e a Siene .

Poiché le due città non si trovano sullo stesso meridiano (le separano circa 3,5° di longitudine), gli alunni

avranno nuovi problemi da risolvere… Distribuite ad ogni gruppo la "mini-cartina" dell'Egitto ritagliata (vedere la rubrica *Materiale*) e lanciate la terza sfida: *"Posizionate la carta sul pallone in modo da ritrovare le osservazioni di Eratostene, ossia il mezzogiorno solare ad Alessandria e a Siene".*
Dopo che le due viti sono disposte sulla "mini-cartina", gli alunni la posano verticalmente sul pallone, di fronte alla lampadina, e la fanno scorrere fino ad annullare l'ombra di Siene, poi la fissano ai quattro angoli. Ma c'è un problema: l'ombra ad Alessandria *"non si è raddrizzata completamente"* , e dunque, non punta verso il "polo Nord". (Questo è perfettamente visibile, anche se gli oggetti sono di misura ridotta, per una questione di rapporto fra la larghezza della fascia e la curvatura del pallone).



Cercando di rimediarvi, i bambini fanno girare leggermente il pallone: infatti, l'ombra *"si raddrizza"* - e si accorcia un po' – ma, ancora un problema, poiché a Siene è spuntata una piccola ombra !
Ricordandosi della simulazione precedente, alcuni vorranno allineare le due città sul meridiano tracciato sul pallone. Ottengono effettivamente che l'ombra ad Alessandria punta verso il "polo Nord", mentre quella di Siene scompare. Tuttavia, problema, poiché *"ora la cartina è di traverso !"* Suggerite allora di rimettere "dritta" la cartina e di osservare attentamente il movimento delle due ombre dal "sorgere del Sole "fino alla metà giornata"…
I bambini scopriranno che a Siene *"abbiamo il mezzogiorno solare un poco prima di Alessandria"* e che una volta ancora c'è un problema perché questo non corrisponde più al testo che dice che le osservazioni di Eratostene erano state fatte alla stessa ora… Ma allora, di che ora si trattava? Non di quella data dai nostri orologi, non ancora inventata, ma di quella data dal Sole, ovviamente, quindi diversa da un luogo ad un altro tutt'intorno alla Terra, come tutt'intorno al pallone ! Gli alunni capiscono anche le due città sono situate su meridiani diversi, e che si potrebbe tracciare pressoché un'infinità di meridiani su una sfera. Ne riparleremo ulteriormente.



Nota: Precisate, se necessario (o fatelo calcolare più tardi dai vostri alunni) che c'è quasi un quarto d'ora di differenza fra il momento del mezzogiorno solare a Siene e quello ad Alessandria, ma che questa differenza è relativamente infima e non ha minimamente infastidito Eratostene nella sua valutazione del meridiano terrestre…

In seguito a questo, gli alunni si renderanno conto che, nel nostro mondo moderno, non è più possibile vivere all'ora del Sole: è necessario che una stessa nazione abbia la stessa ora in tutto il suo territorio, e che tutti i paesi del mondo si accordino per definire un sistema di attribuzione d'ora detta legale (argomento che sarà ripreso più tardi).

D'altra parte, l'uso di un pallone illuminato da una lampadina tascabile permette anche di simulare in modo divertente l'evoluzione dell'ombra di un "mini-gnomone" nel corso delle stagioni (vedere la scheda già indicata : "Simulare le variazioni stagionali dell'ombra di uno gnomone")

b) Conoscere l'ora del mezzogiorno solare in tutti i luoghi e in lungo tutto l'anno .

Come semplificarsi il compito, nel seguito del progetto, per conoscere l'ora esatta del mezzogiorno solare e dunque avere un solo rilevamento d'ombra ? Sono possibili diverse soluzioni:

1. Accontentarsi del tracciato della direzione nord dato da una bussola, pur sapendo che questa direzione è leggermente diversa dal nord geografico, il che comporterà un piccolo "errore" in partenza. Poi si aspetterà il momento in cui l'ombra dello gnomone raggiungerà questa direzione.
2. Tracciare sulla base dello gnomone (accuratamente segnata sul suolo) la cosiddetta meridiana, ossia un frammento del meridiano del luogo, il che darà il nord geografico. È un'attività molto interessante, da fare una volta per tutte, proposta in opzione (vedere la scheda: "tracciato della meridiana")
3. Collegarsi al sito del B. D. L. (Bureau des longitudes) che, in funzione della vostra località e della data scelta, vi fornirà l'ora del mezzogiorno solare, ma in Tempo Universale. In Italia dovrete aggiungere 1 ora se è l'ora invernale e 2 ore dopo il passaggio all'ora estiva.

(Notate che, sin dal primo rilevamento fatto all'ora precisa indicata dal B.D.L., potrete tracciare la meridiana del luogo poiché coinciderà con il tracciato dell'ombra).
Infine, potete anche prolungare questa sequenza seguendo le attività ludiche proposte da J. Carole nel

2001 : (in francese): mostrano come materializzare la traiettoria del Sole una semisfera trasparente (un'insalatiera voltata capovolta o un colino molto sottile). Questa attività può essere praticata in qualsiasi momento dell'anno purché il cielo sia favorevole !

Nella sequenza successiva, i bambini abborderanno la nozione di angolo dei raggi solari: impareranno a tracciarli, a misurarli e ad interpretarli.

.

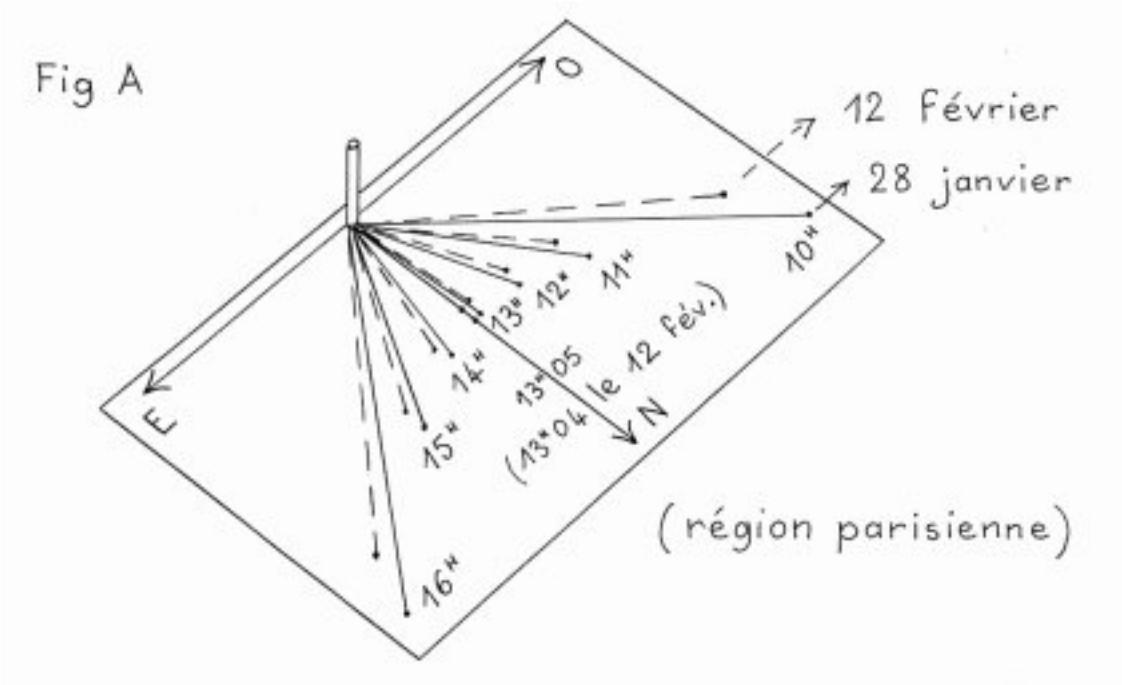
Sessione opzionale (Sequenza 3)

Un "calendario solare" a partire da ventagli di tracce d'ombra

Scoprire come l'ombra possa servire da " calendario "..

Almeno una decina di giorni (ad anche di più) dopo la memorabile data dell'ultimo rilevamento dell'ombra, gli alunni tornano a sistemare i loro gnomoni al Sole con il relativo foglio dei tracciati per vedere se, come l'ultima volta, l'ombra ricade, all'ora in questione, sui tracciati. Ebbene, no ! Infatti, sin dalla prima osservazione del mattino è visibile un leggero scostamento, come se l'ombra fosse "in ritardo" (se questo avviene dopo il 21 dicembre, altrimenti accade il contrario). Allora ci si affretta a mettere un nuovo foglio di ricalco sopra quello di prima e, mentre si traccia l'ombra, ci si accorge che è anche un po' più piccola ! (o più lunga). L'orientamento dello gnomone viene subito messo fuori causa, per cui se ne deduce che " il Sole non è più esattamente allo stesso posto dell'altro giorno ! ". Le osservazioni fatte durante le altre ore della giornata confermeranno questo fenomeno, con una sola eccezione però circa l'ombra del mezzogiorno solare: è l'unica a non essersi spostata, ma ad essersi solo accorciata (o allungata) un poco. Anche in questo caso, comunque, un rilevamento molto preciso alla cosiddetta ora del mezzogiorno solare può mettere in evidenza un leggero scostamento che fa notare che, rispetto ai nostri orologi, il momento del mezzogiorno solare non è più esattamente lo stesso di quello di una decina di giorni prima. Altri rilevamenti mostreranno che questo scostamento varia lungo tutto l'anno, comportando delle variazioni dell'ora del mezzogiorno solare calcolata con i nostri orologi. Il motivo è che questi nostri orologi non tengono in considerazione alcune irregolarità dei movimenti della Terra, dovute al fatto che l'asse dei poli non è perpendicolare al piano di traiettoria del nostro pianeta attorno al Sole, e che questa traiettoria non è circolare bens ì leggermente ellittica.
Nota: è anche possibile osservare queste oscillazioni a partire da un calendario che indica l'ora dell'alba e l'ora del tramonto e studiare mediante un grafico la variazione dell'ora del mezzogiorno (ora del tramonto meno ora dell'alba diviso 2) lungo tutto l'arco dell'anno.

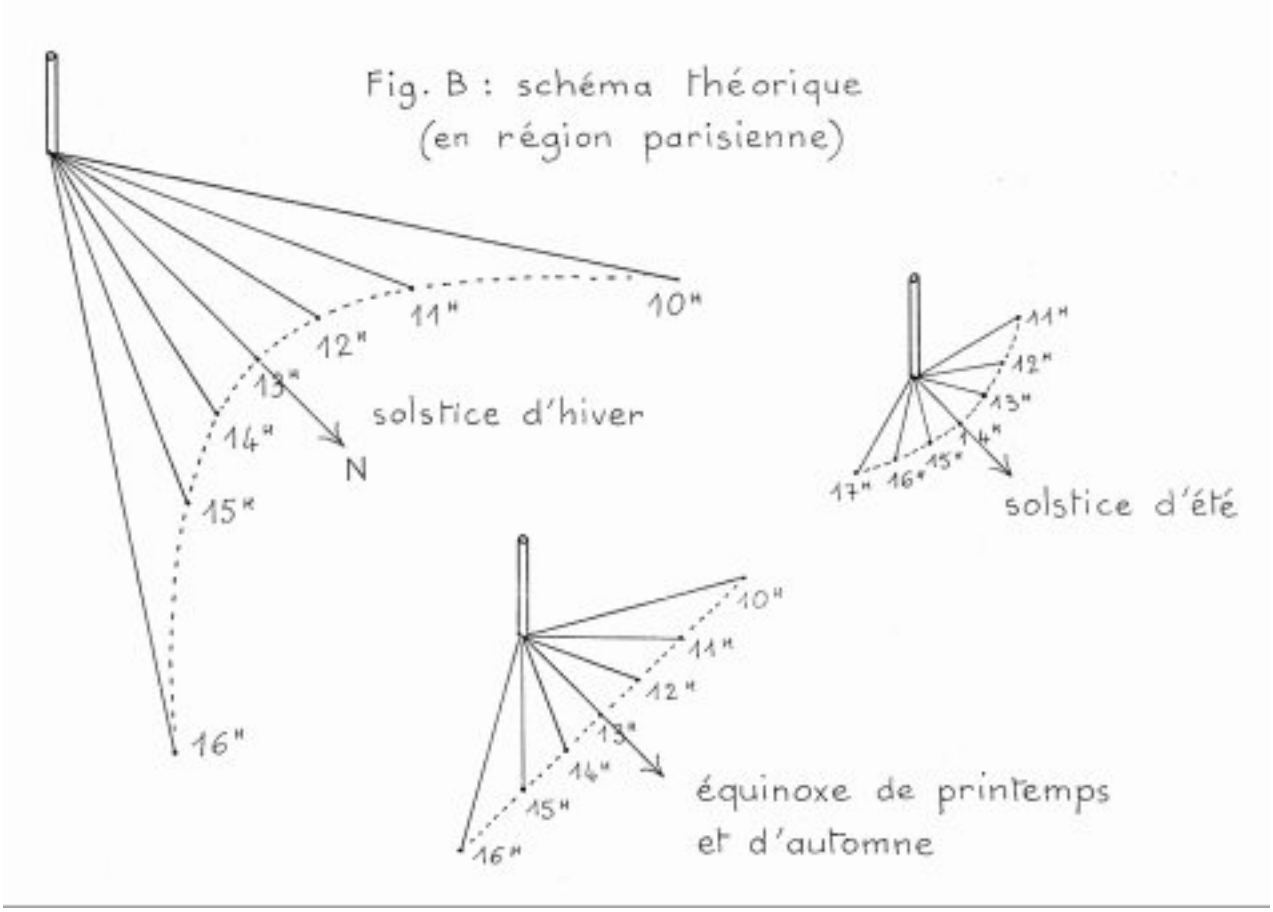
Gli alunni osservano poi che gli scostamenti dei nuovi tracciati sono simmetrici rispetto al tracciato del mezzogiorno solare, e che il loro ventaglio si è un poco "aperto" (oppure "chiuso").



Se da un canto sanno spiegare la causa del cambiamento di lunghezza dei tracciati del ventaglio, dall'altro sono in serie difficoltà per trovare una spiegazione della sua "apertura" (o "chiusura"). Ed infatti, questo fa parte di un campo un po' più complesso della geometria dello spazio (la sezione dei coni): l'estremità dell'ombra descrive durante il giorno una curva detta iperbole, la quale evolve e si inverte da un solstizio all'altro, diventando una semplice retta al momento della fase intermedia che rappresentano i due equinozi. Da cui l'interesse di rifare dei tracciati diverse volte nell'anno, per seguire questa evoluzione.

Osservazioni utili a proposito dei " calendari " solari.

La figura che si trova qui sotto mostra, in modo teorico, i ventagli dei tracciati d'ombra di uno stesso gnomone (alle nostre latitudini) al momento dei solstizi e degli equinozi. Si vede che l'asse di simmetria corrisponde all'ombra nel mezzogiorno solare, momento che si è fatto coincidere, per una questione di semplicità, con l'ora intera di metà giornata. Ne consegue che i due tracciati simmetrici che formano ogni coppia hanno la stessa lunghezza. Orbene, come i vostri alunni non mancheranno di constatare, c'è generalmente una differenza di lunghezza fra i due tracciati, che comporta una dissimmetria globale del ventaglio, più o meno accentuata: perché ? Perché i rilevamenti sono stati effettuati ad ogni ora intera mentre il momento reale del mezzogiorno solare, come abbiamo visto, non coincide con quello delle ore 13.00 (o 14.00) in un determinato luogo: il rilevamento delle 13.00 (o 14.00) non può dunque essere l'asse della simmetria. Altra osservazione, questa volta in merito agli angoli formati dai tracciati di uno stesso ventaglio: questi angoli non sono uguali in realtà, sono al minimo di mattina presto e nel tardo pomeriggio, mentre sono al massimo attorno al mezzogiorno solare, questo per una questione di geometria nello spazio che non è alla portata degli alunni (ma che non avrà nessuna incidenza sul proseguimento del progetto !)



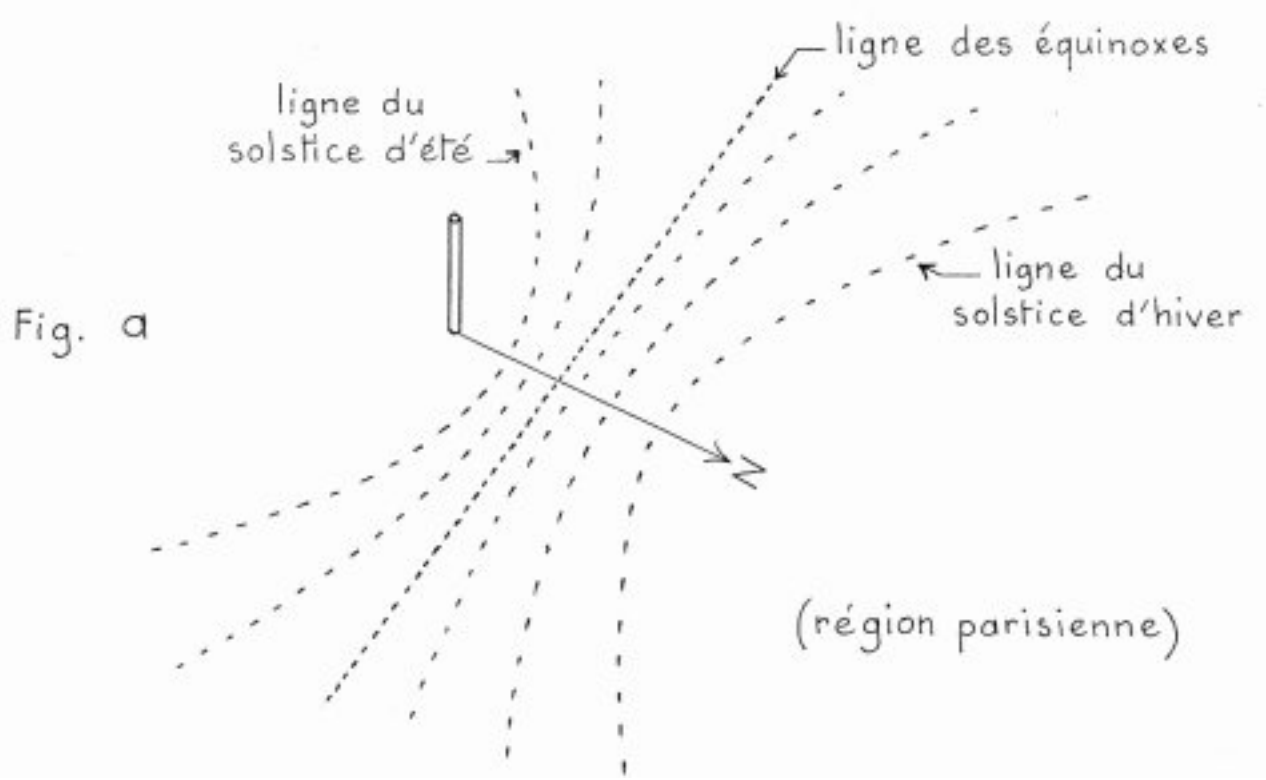
Sessione opzionale (Sequenza 3)

Simulare le variazioni stagionali dell'ombra di uno gnomone.

Le simulazioni che vengono proposte in questa sessione riguardano l'evoluzione della linea che descrive l'estremità dell'ombra di uno gnomone lungo tutta la giornata, nel corso delle stagioni. Dovranno essere precedute da una sessione di rilevamenti svolti diverse volte nel corso dell'anno scolastico (almeno un paio di volte al trimestre).

Simulazione al momento dell'equinozio di primavera (o d'autunno !)

Stando ai rilevamenti eseguiti in autunno o in inverno e alle simulazioni che ne sono susseguite, i vostri alunni penseranno forse che la forma della curva descritta dalla punta dell'ombra è il riflesso inverso di quella descritta dal Sole (o dalla loro lampadina). Questa nuova simulazione proverà loro che le cose non stanno così. L'ideale sarebbe far prima una nuova sessione di rilevamenti molto vicina all'equinozio (se non proprio il giorno stesso), dopo una svoltasi due settimane prima, e questo in modo che gli alunni osservino già che la curva è diventata a poco a poco… una retta ! (Eventualmente, preparate dei fogli con un semplice tratto rettilineo piuttosto lungo, da mettere davanti alla base degli gnomoni). Manipolando la loro lampadina come in precedenza, i bambini si renderanno conto del fatto che la lampadina è "costretta" a descrivere una curva ! (E intuiranno che la geometria che regola questo fenomeno non è poi così semplice come sembra…). D'altro canto, se una nuova sessione di rilevamenti ha luogo poco dopo l'equinozio, gli alunni vedranno abbozzarsi la nuova tendenza della linea che collega l'estremità dei tracciati: chiedete loro di anticipare quello che farà questa linea, di prendere nota delle loro ipotesi e, naturalmente, di verificarle sul campo al momento opportuno. È molto probabile che, verso la fine del progetto, alcuni alunni possano prevedere senza sbagliarsi quello che farà la curva durante l'estate e durante l'autunno: ma potranno verificarlo solo con uno gnomone realizzato a casa ! (Bisognerà fare un parallelo fra la figura presentata qui sotto e la figura B della scheda di attività opzionali " Un calendario solare a partire da ventagli di tracciati d'ombra ".)

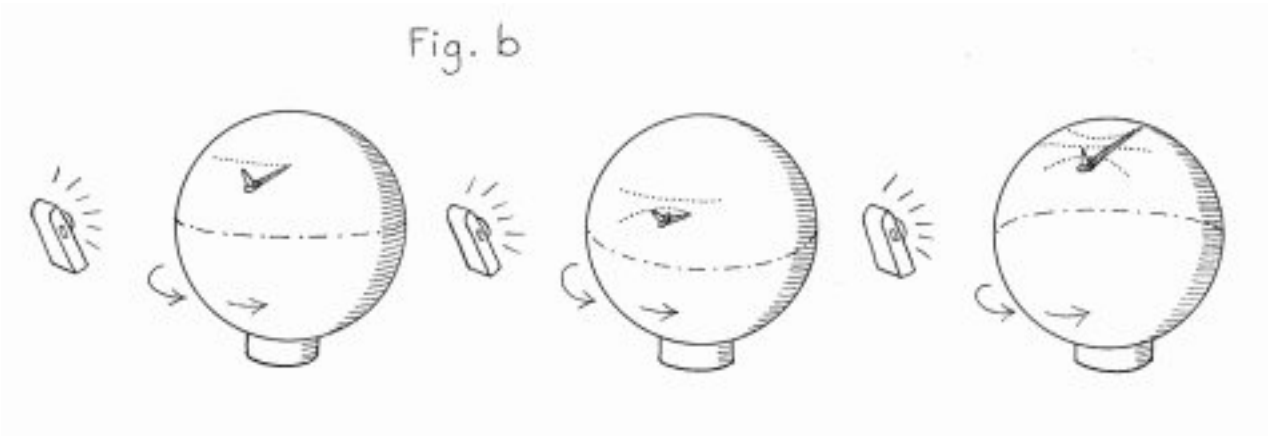


I due equinozi presentano anche un altro interesse, in relazione con l'angolo dei raggi solari al momento del mezzogiorno del Sole, e… con la latitudine del luogo. Se i vostri alunni hanno già trattato queste due nozioni e se hanno incominciato a fare alcune misurazioni dell'angolo in questione, si accorgeranno che nel giorno di un equinozio il valore di questo angolo corrisponde alla latitudine della loro scuola ! E di fatti, in questo giorno, il Sole illumina la Terra in un modo particolare. Il nostro pianeta viene illuminato per metà, e il bordo circolare della qua metà "giorno" passa esattamente dai due poli: uno gnomone – sulla "vera" Terra – che si piantasse in questi due punti avrebbe dunque un'ombra infinitamente lunga, poiché l'angolo dei raggi solari che arrivano sull'orizzontale sarebbe di 90° (è la latitudine dei due poli). Viceversa, al livello dell'equatore, poiché i raggi cadono sulla verticale sopra lo gnomone (dove non ci sarebbe nessuna ombra), l'angolo sarebbe nullo ((latitudine 0° all'equatore). Allo stesso modo, anche in tutti gli altri luoghi sulla Terra, in questo giorno il valore del loro angolo al mezzogiorno solare è uguale a quello della loro latitudine.

Simulazione delle variazioni stagionali con un pallone

(Riportarsi prima alla parte 4 della sequenza 3)

Un minuscolo gnomone di plastilina viene fissato sul pallone illuminato da una lampadina tascabile. I bambini si divertono a segnare con una penna lo spostamento della punta dell'ombra mentre il pallone gira lentamente (trascinato dalla base che deve restare ferma sul posto quando la si mette in rotazione). Poi confrontano la linea ottenuta (1) con quelle che hanno già potuto ottenere sui loro fogli da ricalco (rilevamenti d'ombra eseguiti all'esterno) e riflettono sul modo di riprodurre una di queste linee… L'istruzione è di lasciare la lampadina immobile, e di non spostare lo gnomone. Gli alunni finiscono col capire che nella posizione del mezzogiorno solare occorre inclinare leggermente il pallone rispetto alla lampadina. E che occorre far questo sia spostandolo in avanti, per ottenere una "curva d'estate " (2), sia spostandolo indietro, per ottenere una "curva d'inverno" (3). Sulla figura qui sotto, la linea dell'equatore permette di visualizzare questa inclinazione:



Ma, a pensarci bene… la Terra oscilla davvero così nello Spazio, nel corso di un anno ?
Ecco un interrogativo molto interessante che i bambini potranno risolvere ma, questa volta, facendo gravitare un mappamondo attorno ad alcune lampadine (in cerchio) che rappresentano il Sole: vedranno, ad esempio, a livello dell'Italia, che per ottenere lo stesso effetto mentre il mappamondo esegue il suo giro, il suo asse dovrà rimanere sempre parallelo a se stesso; quando l'asse sembrerà inclinarsi verso il "Sole", in Italia sarà estate e, quando, al contrario, sembrerà "inclinarsi indietro" sarà inverno. I bambini ne dedurranno naturalmente la posizione del mappamondo in primavera e in autunno.

Séances optionnelles (Séquence 3)

Matérialisation de la trajectoire apparente du Soleil sur une « demie sphère »

Découpage de la séquence :

Cette séquence se découpe en 3 parties. Dans une première séance, les enfants à l'aide d'un simple morceau de carton percé d'un trou et d'un viseur découvrent ou redécouvrent la propagation rectiligne de la lumière. Le morceau de carton sera l'élément essentiel permettant de matérialiser la trajectoire apparente du soleil. Cette séance est donc un complément à la séquence 1 proposée par le projet Eratos. Dans un deuxième temps , à intervalles réguliers au cours d'une journée, ils matérialiseront la trajectoire apparente du soleil sur une demie sphère (simple saladier) . Cela peut se faire en même temps que les mesures continues de l'évolution des ombres et des hauteurs du soleil. Dans un troisième temps : (- pour la métropole lors des équinoxes et des solstices par exemple - pour les zones intertropicales lors du passage au zénith en complément) de nouveaux relevés sont effectués sur la même demie sphère afin d'étudier le phénomène des saisons astronomiques et des climats à l'échelle mondiale.

Objectifs :

La matérialisation de la trajectoire apparente du soleil permet de modéliser un vécu observé tout au long de la journée et de re-situer les mesures effectées de longueur des ombres et de hauteurs du soleil par rapport à des positions du soleil « sur la voûte céleste ». Elle permet de comprendre la différence entre culminer et passer au zénith . Elle montre que les saisons astronomiques sont liées à la hauteur du soleil dans le ciel. Elle permet ainsi de comprendre le « pourquoi » des climats .

Notions abordées : parallélisme (des rayons du Soleil). Horizontalité, propagation rectiligne de la lumière, orientation par rapport à une direction privilégiée, saisons astronomiques , durées du jour, climat (températures) mesures , rectangles, diagonales …

Sommaire de la séquence:

.1) La lumière se déplace en ligne droite : expérimentation

2) Représentation de la trajectoire apparente du soleil au cours de la journée

3) Représentation de la trajectoire apparente du soleil au cours de l'année

---

1) La lumière se déplace en ligne droite : expérimentation

Durée : 60 minutes environ

Matériel :

Pour chaque élève : 1ère et 2 ème expérimentation

Un morceau de carton de 4 cm sur 4 cm environ percé d'un trou à l'aide d'une aiguille en son centre
Une demi-heure de beau temps !

Pour chaque élève : 3 ème expérimentation

Un carton de 16 cm sur 4 cm
Une aiguille
Une règle et un crayon

Première expérimentation :

A l'extérieur lorsque le soleil est visible, distribuez le morceau de carton préalablement fabriqué par les élèves. S'assurez que le petit trou ne s'est pas « refermé ».
Donnez la consigne suivante : « Que pouvez-vous observer en utilisant la lumière du soleil ? » Laissez les enfants observer et expérimenter pendant 5 mn environ puis recueillez leurs observations. Elles peuvent être de type « Il y a un point lumineux , je peux voir ce point sur ma main , sur le sol , il faut placer la main de telle manière etc…. »

Deuxième expérimentation :

Recherche des conditions nécessaires pour que le point lumineux se projette au creux de la main. Expérimentation pendant 5 min environ puis recueil des analyses effectuées : « Il faut placer le carton dans la direction du soleil.»

Dessins après expérimentations :

Ils permettent de matérialiser le rayon lumineux qui « part du soleil » , traverse le carton à travers le petit trou et arrive sur la main. La notion de déplacement en ligne droite est plus ou moins prise en compte par les élèves dans leurs représentations. Un deuxième type d'expérimentation va leur permettre de concrétiser ce déplacement.

Fabrication d'un viseur pour la 3ème expérimentation (cette fabrication peut s'effectuer en géométrie par exemple)

Découpez un rectangle de 16 cm sur 4 cm. Repliez les extrémités à une distance de 3 cm de telle manière qu'elles se fassent face. Ce sont donc 2 rectangles de 4 cm sur 3 cm qui se font face. Tracez les diagonales afin de trouver le centre de chacun des rectangles. Percez le centre d'un des rectangles à l'aide d'une aiguille . Le centre de l'autre rectangle servira de cible

Troisième expérimentation :

A l'extérieur lorsque le soleil est visible, distribuez le viseur préalablement fabriqué par les élèves. S'assurez que le petit trou ne s'est pas « refermé ». Donnez la consigne suivante : « Trouvez dans quelle position il faut placer le viseur pour que le point lumineux se projette au centre de la cible ? ». Laissez

les enfants observer et expérimenter pendant 5 mn environ puis recueillez leurs observations.

Dessins après expérimentations :
Ils permettent de matérialiser le déplacement rectiligne de la lumière.

Remarque : le principe du viseur peut être repris afin de construire une alidade permettant de mesurer la hauteur du soleil (sujet traité dans la séquence 4 du projet Eratos : 4ème séance). Vous trouverez ci-dessus une alidade que j'ai conçue avec du matériel de récupération des plus adaptés à l'école !

---

2) Représentation de la trajectoire apparente du soleil au cours de la journée

Durée : Moments de tracés renouvelés à intervalles réguliers au cours de la journée (toutes les heures par exemple) . Ces tracés peuvent se faire en même temps que les relevés de longueur d'ombre et de hauteurs du soleil.

Matériel :

Pour la classe :

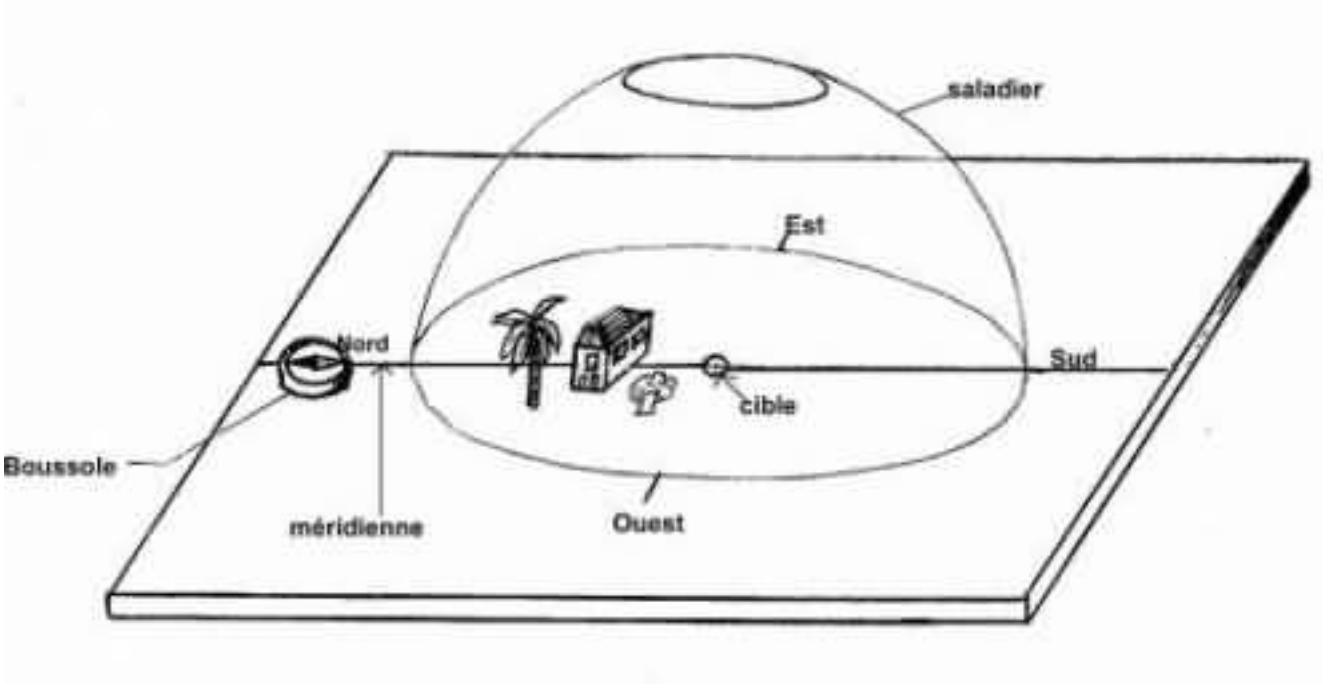
Un saladier transparent en plastique ayant au maximum la forme d'une demie sphère. On en trouve couramment dans les grandes surfaces pour un prix modique
Un feutre indélébile
Un morceau de carton de 4 cm sur 4 cm percé d'un petit trou en son centre
Une planche en boite rectangulaire de dimension supérieure au saladier
Un disque en papier blanc de 1,5 cm de diamètre dont le centre est matérialisé à l'aide du tracé de 2 diamètres (ce sera la cible)
De la colle
Une boussole
Un niveau
Du soleil

Éventuellement : de petits éléments miniatures figurant l'école, des arbres , des personnes, ou des maisons

---

Fabrication de la maquette:

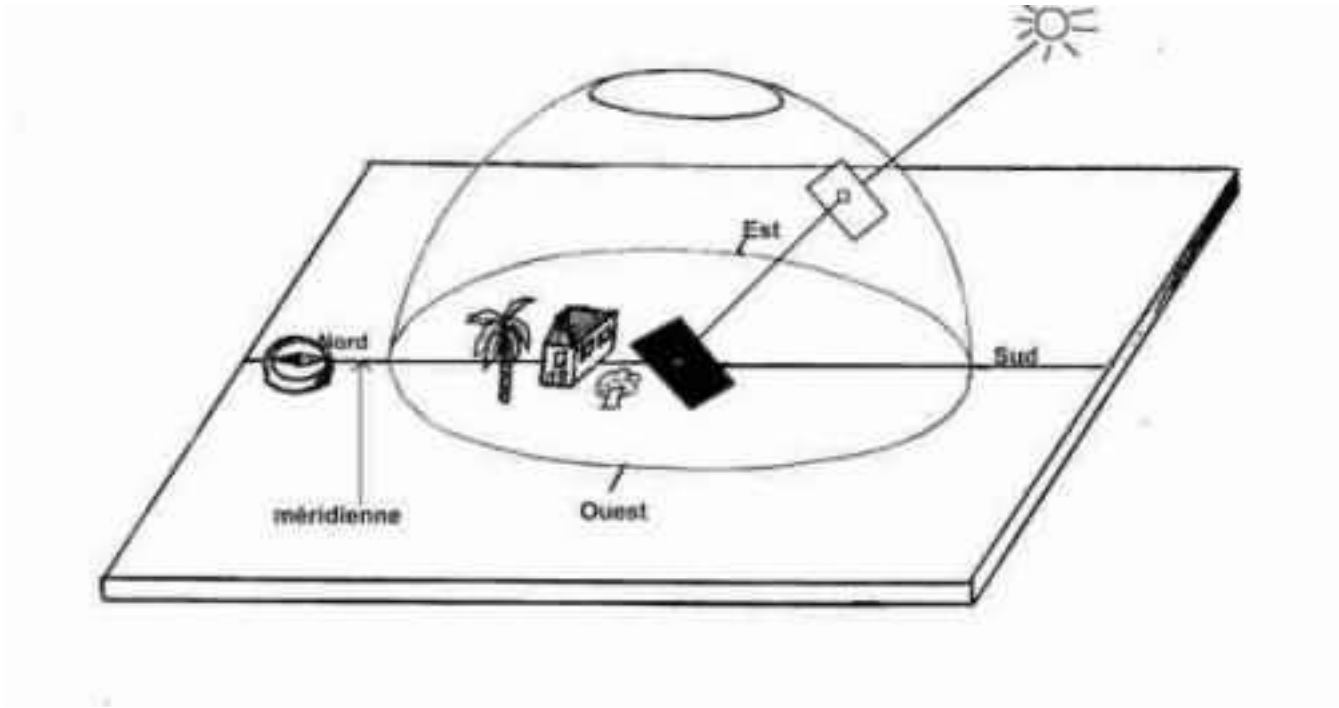
Elle représente l'école à l'échelle réduite. Placez le saladier qui représente la voûte céleste au centre de la planche en bois. A l'aide d'un crayon matérialisez le tour du saladier. Vous obtenez un cercle qui représente le cercle horizon. Retirez le saladier. Exactement au centre du cercle collez le petit disque de papier blanc dont le centre est matérialisé par 2 diamètres. Ce sera la cible. Tracer exactement un diamètre de cercle qui figurera la méridienne du lieu ; prolongez-le pour qu'il traverse la planche en bois. Marquez le Nord et le Sud ainsi que l'Est et L'Ouest. Ceci est très important car c'est à l'aide de cette méridienne que sera repositionnée la maquette lorsque des relevés seront effectués au cours de l'année ou en cas de pluie. Coller les petits éléments miniatures éventuellement de telle sorte qu'ils ne feront pas d'ombre sur la cible (vers le Nord pour la métropole). Coller le saladier exactement sur le cercle qui avait été tracé au début de la construction.



Relevés de la course du soleil au cours de la journée:

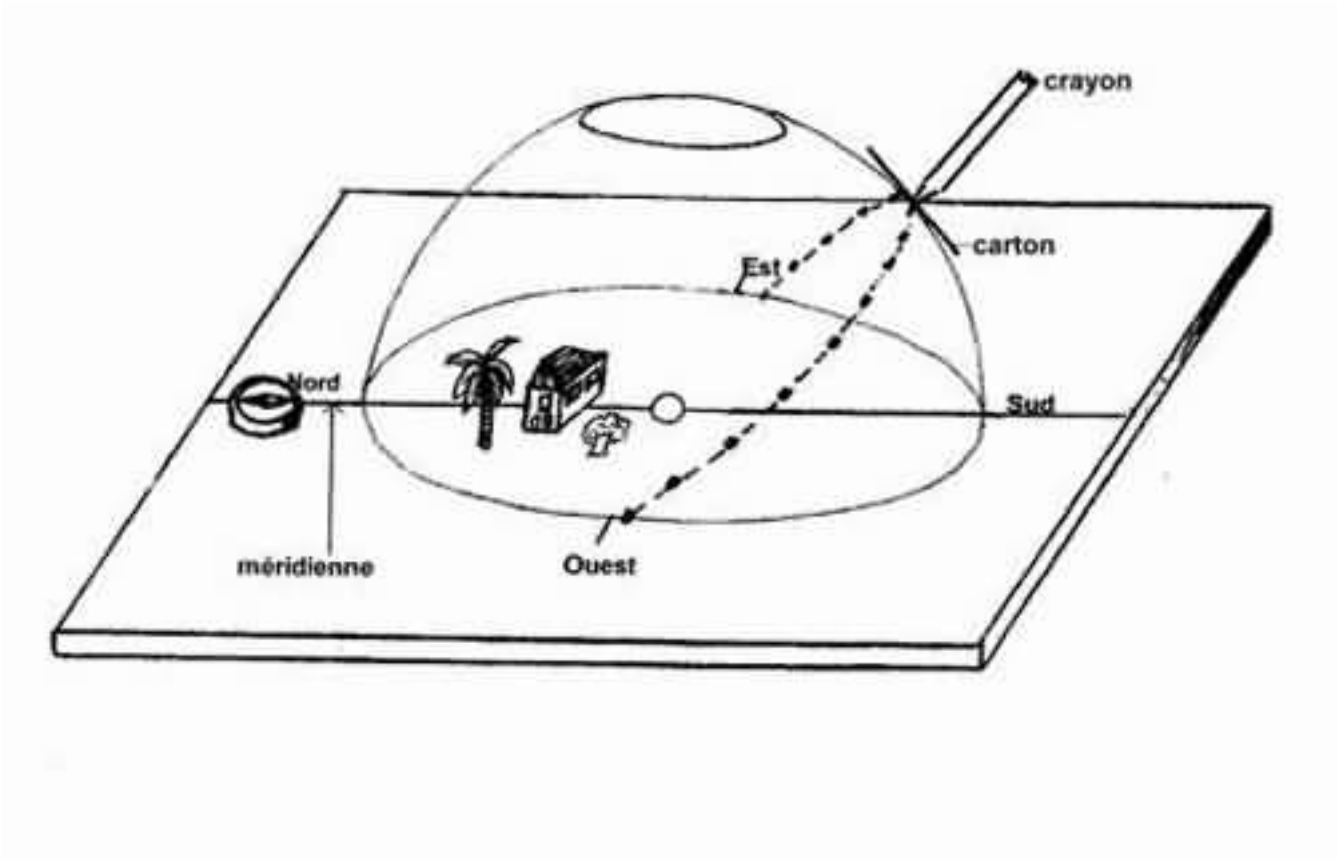
Placez la maquette horizontalement (à l'aide du niveau) dans un endroit ensoleillé toute la journée. Le méridien tracé sur la planche en bois sera orienté exactement dans la direction Sud-Nord à l'aide d'une boussole.

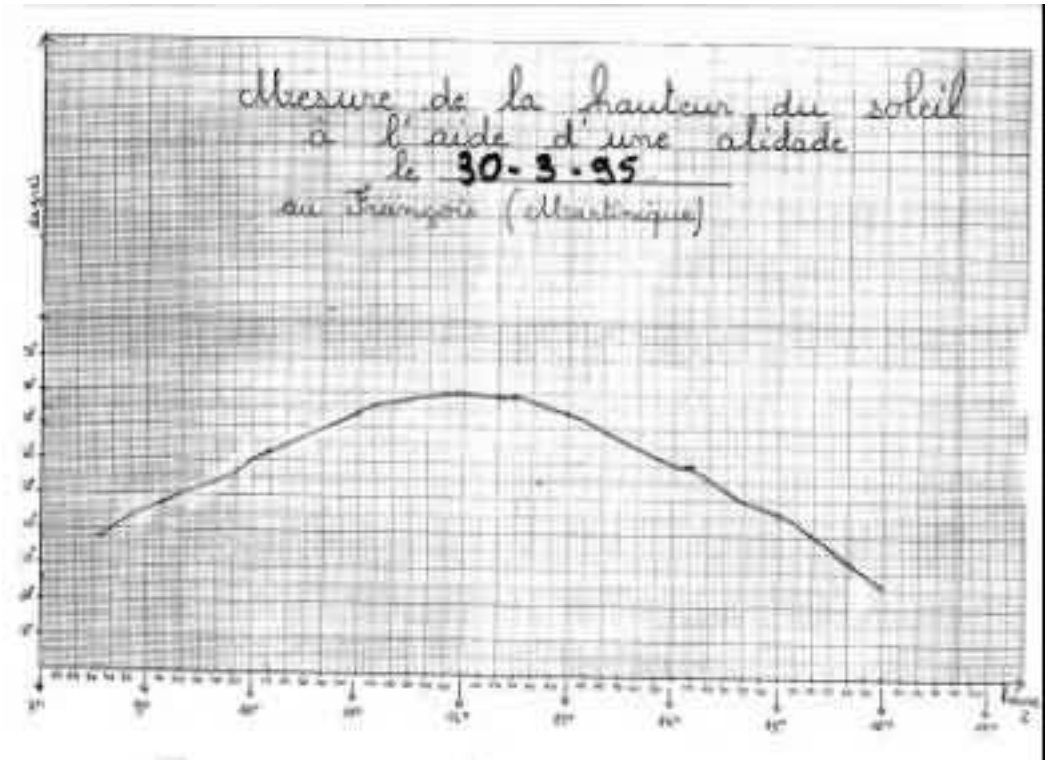
Vous allez maintenant réinvestir l'acquis de la séance 1 en réutilisant le carton décrit dans les 2 premières expérimentations. Placez le carton sur la surface extérieure du saladier dans la direction approximative du soleil. Son ombre se projette sur le « sol » de la maquette mais cette ombre contient en son centre une petite tâche lumineuse. Il suffit de déplacer le carton à la surface du saladier jusqu'à ce que la tâche tombe au milieu de la cible. Positionner alors le feutre indélébile sur le trou du carton. L'encre traversera le petit trou et laissera une trace sur le saladier. Noter l'instant du relevé effectué.

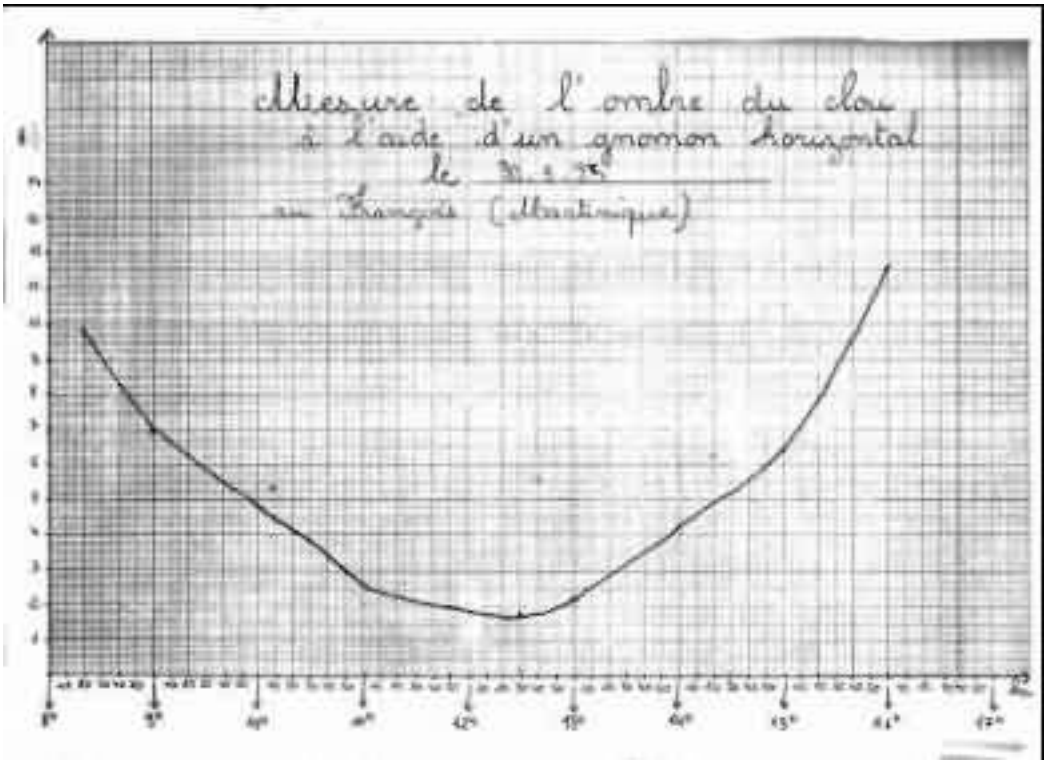


Procédez de la même manière à intervalles réguliers au cours de la journée.

A la fin de la journée, joignez les points au stylo feutre et prolongez la courbe ainsi obtenue. La course du soleil est ainsi matérialisée. L'enfant doit s'imaginer placé au centre de la maquette et observant la course du soleil tout au long de la journée. Si en parallèle des mesures de longueur d'ombres et de hauteurs ont été effectuées , il pourra pour chaque relevé établir la relation avec la position du soleil.







3) Représentation de la trajectoire apparente du soleil au cours de l'année

Le même type de relevé sera effectué à des moments différents de l'année. La seule condition est, outre le soleil , que la méridienne matérialisée sur la maquette à l'aide de la direction Sud/Nord soit correctement orientée. Les équinoxes et les solstices sont des dates privilégiées mais pas forcément obligatoires. Procédez de la même manière à intervalles réguliers au cours de la journée.

Ces relevés sont une ouverture sur le monde car ils permettent de comprendre les différences existants en différents pays du monde et même celles du territoire français puisqu'il comprend les pays d'Outre-mer.

L'exemple ci-dessous permettra d'illustrer cette remarque
Exemple de trajectoires du soleil relevées à trois dates différentes de l'année par une classe de CM de l'école de Chopotte-Bonny du François en Martinique

Les relevés ont été effectué le 30/03/95 , le 17/04/95 et le 23/06/95.
Les trajectoires montrent la particularité de la situation géographique de la Martinique. Située à une latitude de 14°27 donc dans la zone inter-tropicale Nord ; le soleil culmine une partie de l'année au Nord et une autre partie de l'année au sud

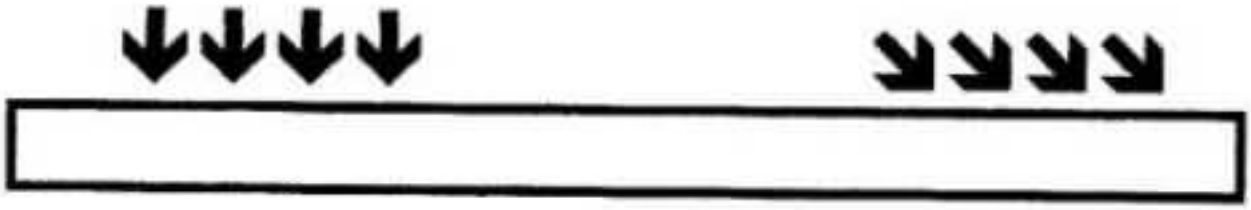
Culmination au Nord	Du 28 ou 29 Avril jusqu'au 12 ou 13 Août
Passage du soleil au zénith	Le 29 ou 30 Avril
Culmination au Sud	Du 14 ou 15 Août jusqu'au 28 ou 29 Avril
Passage du soleil au zénith	Le 13 ou 14 Août

Lors du passage du soleil au zénith, la trajectoire sera perpendiculaire au support c'est à dire qu'à midi elle passera au « centre » du saladier

Dans les pays comme le canada, la France et les U.S.A, il culmine toujours en direction du Sud puisque qu 'il ne passe jamais au zénith, ces pays étant situés au-dessus du tropique du Cancer comme le montre les deux schémas ci-dessous.

Les climats

Le soleil occupe dans le ciel des positions différentes selon les moments de l'année. La variation de la hauteur du soleil et donc la variation de l'inclinaison des rayons solaires par rapport au sol détermine la quantité de chaleur reçue par le sol. En inclinant plus ou moins une lampe de poche, la surface éclairée est plus ou moins petite donc plus ou moins échauffée .



Il fait chaud sous les tropiques parce que le soleil est toujours haut dans le ciel.
Le soleil passe même au zénith, ses rayons sont alors perpendiculaires au sol, il fait alors vraiment très chaud ! Mais entre nous en Martinique nous avons les alizés qui adoucissent tout cela.

Sequenza 4

Misurare l'angolo fra i raggi solari e la verticale

Introduzione

Nel corso di questa sequenza, i bambini avranno l'occasione di familiarizzarsi con la nozione di angolo. Costruiranno poi uno gnomone collettivo che sarà l'emblema del progetto, e faranno le loro prime misurazioni dell'angolo compreso fra i raggi solari e la verticale, come fece il nostro illustre Eratostene.

Nel corso di questa sequenza, realizzerete le vostre prime misurazioni con lo gnomone di Eratostene. Vi consigliamo di leggere attentamente l'assistenza tecnica N° 4 per valutare e migliorare la sua precisione.

Nozioni trattate

Nozione di angolo, di eguaglianza d'angolo. Schematizzazione dell'angolo dei raggi solari rispetto alla verticale. Approccio alla nozione di proporzione. Uso del goniometro. Uso di una tabella di misure. Confronto e interpretazione di queste misure. Evoluzione dell'angolo dei raggi solari nel corso dell'anno.

Premessa: le misure di Eratostene .

Dopo aver scoperto con Eratostene il momento del mezzogiorno solare, i bambini si dedicheranno alle prime misurazioni specifiche del progetto... Proponete loro di leggere il breve testo riportato qui sotto, che li inviterà a scoprire la nozione di angoli:

" Eratostene scelse, un 21giugno, di osservare a mezzogiorno solare l'ombra di un obelisco situato nei pressi della sua biblioteca, e volle saperne un po' di più… Decise dunque di valutare con precisione l'angolo compreso fra i raggi del Sole e l'obelisco (di cui conosceva l'altezza: 8 metri circa). Aspettò che il Sole fosse nel punto più alto del cielo per misurare l'ombra proiettata per terra: trovò esattamente 1 m. Dopo essere ritornato nella sua biblioteca per interpretare le osservazioni effettuate, concluse che i raggi del Sole formavano, in quel momento preciso, un angolo di 7,2 gradi con il grande stilo di granito… "

Sapreste scoprire come ha fatto Eratostene a misurare questo angolo, e sapreste poi misurarlo voi stessi ? "

Indice della sequenza:

Questa sequenza è composta da quattro parti, ognuna delle quali può essere organizzata in una o due sequenze, o come semplice attività saltuaria durante la pausa pranzo (o piuttosto all'inizio del pomeriggio poiché siamo appena passati all'orario estivo !).

1) Lavori di approccio alle misure di angoli
2) Ritrovare la misura d'angolo fatta da Eratostene.
3) Realizzazione di uno gnomone "Eratos" per la classe.
4) Misure angolari a partire da nuovi rilevamenti, e comunicazione dei risultati.

---

1) Lavori di approccio sulle misure di angoli

Durata : 1 ora, sia con la classe intera, sia in gruppetti.

Luogo : classe

Materiale:

Per gruppo di 3 – 5 alunni:
carta da ricalco,
fogli a quadretti piccoli,
cartoncino bristol colorato,
fotocopie ingrandite di un goniometro in Plexiglas,
righe,
goniometri e forbici.

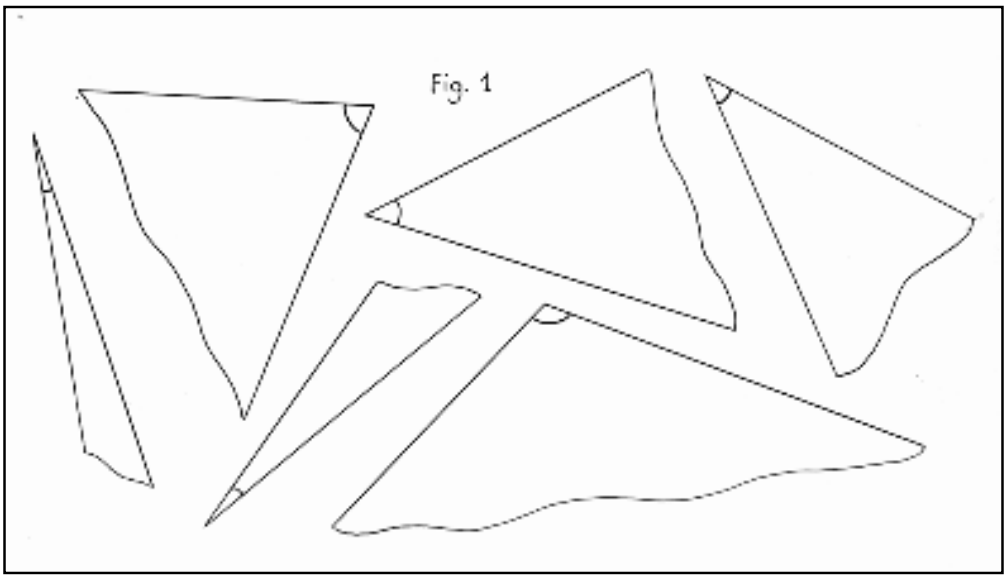
Osservazione sulle difficoltà relative al concetto d'angolo di Valérie Munier, laboratorio di didattica delle scienze fisiche dell'Università di Paris 7.

Nel corso di questa sequenza, gli alunni saranno portati a studiare il concetto di angolo. Spesso, hanno tendenza a definire un angolo come una figura composta da due segmenti di stessa lunghezza e origine. Quindi, due figure che differiscano solo per la lunghezza dei lati sembrano loro rappresentare due angoli diversi. Sarà dunque interessante insistere sul fatto che l'angolo si definisce piuttosto come la misura della distanza fra due direzioni materializzate con delle rette o dei segmenti di qualsiasi lunghezza. .

…e attività per rimediarvi:

Per far questo, date per esempio delle fotocopie che mostrano delle coppie di angoli uguali, ma uno dei quali avrà lati più corti dell'altro: ritagliandoli e sovrapponendoli (o riproducendo un angolo di ogni coppia su carta da ricalco) i bambini vedranno che la distanza fra i lati è la stessa.

Se desiderate far materializzare diversi angoli per eseguire degli ordinamenti (per esempio dal più aperto al più chiuso), gli alunni utilizzeranno del cartoncino bristol per realizzare dei settori angolari, quindi segneranno con un piccolo arco di cerchio l'angolo da considerare. Si divertiranno a paragonare questi angoli sovrapponendo i settori angolari (badando a far coincidere i vertici degli angoli).



Possono anche cercare attorno a loro, nella classe, la presenza di vari angoli: ma osserveranno che i libri, i quaderni, i mobili, i muri, le finestre, etc. hanno angoli tutti uguali, qualunque sia la lunghezza dei loro lati, poiché sono degli angoli retti ! (Prova lampante che il valore di un angolo non ha nulla da vedere con la lunghezza dei suoi lati…)

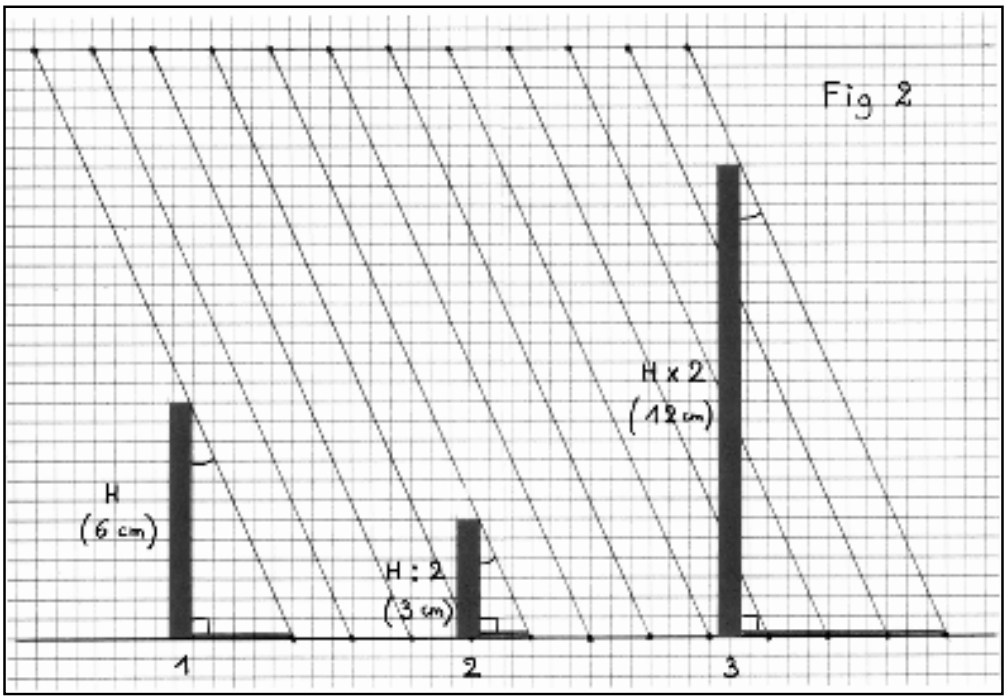
Concertazione .

I bambini si interrogano sulla sfida lanciata alla fine del testo: proponete loro di fare uno schema che rappresenti l'obelisco e la sua ombra, concordando con loro una scala di riduzione, e prevedendo di adoperare fogli di carta a quadretti o millimetrata.

Soltanto, c'è un interrogativo che rischia di essere sollevato: come essere sicuri che l'inclinazione dei raggi sia la stessa in questa rappresentazione ridotta? In altri termini, l'angolo fra i raggi e l'obelisco rimane uguale quando si cambia scala oppure si riduce proporzionalmente? I bambini discutono sulla questione, che si pongono nel modo seguente: " Uno gnomone alto il doppio (alla stessa ora) farà un'ombra anch'essa due volte più lunga ? E l'angolo sarà lui stesso raddoppiato ? " (La risposta è ovviamente " sì " per la prima domanda, e " no " per la seconda !) Scrivendo le loro ipotesi nei loro quaderni di esperienze, gli alunni risponderanno probabilmente: " sì, l'ombra sarà sicuramente il doppio ": potranno verificarlo sulla carta (vedere più in là) e, naturalmente, sul campo. La ricerca delle risposte a queste domande permetterà di presentare con la massima semplicità la nozione di proporzione…

Illustrare con uno schema l'angolo dei raggi solari

Sulla loro carta a quadretti, i bambini incominciano a tracciare con la riga una linea orizzontale che raffigura il pavimento, poi scelgono l'inclinazione dei raggi del Sole (contando un certo numero di quadretti spostati verso il basso come è indicato nella Figura 2 sottostante), e tracciano con la riga una rete di raggi paralleli. Quindi , disegnano (o ritagliano in una strisciolina di carta colorata) un primo gnomone, per esempio di 6 cm, di modo che la sua estremità tocchi uno dei raggi, badando bene che la sua base tocchi il suolo.



Ottengono dunque un triangolo rettangolo, in quanto l'angolo fra lo gnomone e il suolo è un angolo retto. La lunghezza dell'ombra è definita dal raggio che passa all'estremità dello gnomone e che arriva al suolo: i bambini ispessiscono il tratto dell'ombra e prendono accuratamente nota della sua misura. Quindi dispongono, procedendo nello stesso modo, un 2° gnomone due volte più piccolo del 1° (dunque di 3 cm), e poi un 3° due volte più grande (di 12 cm) e misurano le rispettive ombre di questi gnomoni. Facendo il rapporto di ciascun valore ottenuto con quello dell'ombra del 1° gnomone, trovano infatti la metà per la 2a ombra e il doppio per la 3a: la loro ipotesi è dunque accertata.

Fare una scoperta fondamentale

Fare una scoperta fondamentale
Ma che ne è dell'angolo dei raggi solari ? È variato da uno gnomone all'altro ? " Si direbbe che l'angolo sia rimasto lo stesso ! " Dopo verifica con una carta da ricalco, la cosa risulta esatta. Ma cosa succederebbe se si ricominciasse l'esperienza con uno gnomone 3 o 5 volte più grande o più piccolo ? Risposta unanime: " Le ombre sarebbero 3 o 5 volte più grandi o più piccole, ma l'angolo rimarrebbe uguale ! ".

E se si cambiasse ora l'inclinazione dei raggi e si rifacesse daccapo lo schema ? Gli alunni si accorgeranno che questo non cambierà nulla alle loro conclusioni, in quanto i raggi del Sole che raggiungono gli gnomoni sono paralleli. Che scoperta ! Quindi, qualunque sia l'altezza di uno gnomone, l'angolo dei raggi, in un determinato momento, è invariabile. " Dunque, se l'obelisco di Eratostene fosse stato più grande o più piccolo, lui avrebbe comunque trovato lo stesso angolo ! "

Conclusione: si potrà scegliere la scala di riduzione che si vuole per disegnare l'obelisco di Alessandria e la sua ombra, perché è solo una questione di convenzione, in quanto il valore dell'angolo sarà lo stesso. Si tratterà poi di misurare l'angolo del raggio solare sullo schema ottenuto.

Imparare prima ad utilizzare il goniometro..

Se i vostri alunni non sono ancora padroni dell'uso del goniometro, nessun problema: un procedimento molto semplice permetterà loro di imparare tranquillamente questo metodo di misura.

Date loro delle fotocopie più o meno ingrandite di un goniometro in Plexiglas, e diversi angoli tracciati su pezzi di carta dal ricalco. Dopo aver scoperto che il vertice dell'angolo deve coincidere con il " buchetto " centrale del goniometro, e che uno dei due lati dell'angolo deve coincidere con la graduazione zero di uno dei due archi graduati, si eserciteranno alla valutazione di tutti questi angoli. Fate loro osservare, nel frattempo, che la precisione della misura è maggiore quando, sulla fotocopia, il raggio dell'arco graduato è più grande, e che dunque si ha tutto l'interesse di utilizzare delle fotocopie molto ingrandite.

---

2) Ritrovare la misura d'angolo fatta da Eratostene

Durata : 15 - 20 minuti per lo schema e la misurazione dell'angolo; 45 min. - 1 ora per l'analisi della tabella di misure.

Luogo : classe

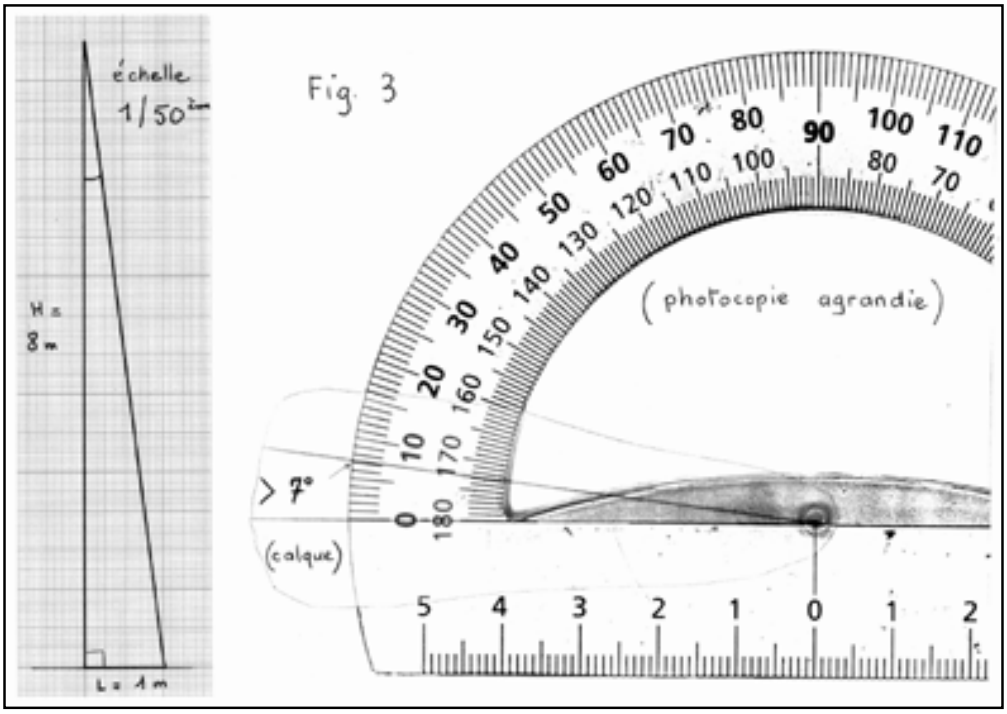
Materiale :

fogli di carta millimetrata o a quadretti,
carta da ricalco,
fotocopie ingrandite di un goniometro,
matite bene appuntite,
righe,
forbici,
goniometri.
Quindi, fotocopie della tabella di misure
(vedere più sotto).
Per la simulazione,
un mappamondo (o un pallone-Terra),
due minuscoli gnomoni identici,
lampadina tascabile.

Schematizzare le misure di Eratostene .

Suddividete gli alunni per coppie e distribuite il materiale necessario. Sul loro foglio di carta a quadretti o millimetrato, gli alunni disegnano il suolo, poi l'obelisco e la sua ombra secondo la scala convenuta: se è dell'1/100°, 1 cm rappresenterà 1 metro nella realtà; se è dell'1/50°, 2 cm rappresenteranno 1 metro. I bambini tracciano poi l'ipotenusa del triangolo ottenuto per materializzare il raggio solare e fare apparire l'angolo da misurare.

A questo punto, i bambini riproducono questo angolo su un foglio da ricalco e lo ritagliano lasciando tutt'intorno un bordo qualsiasi, quindi lo posizionano sulla fotocopia ingrandita di un goniometro: se sono stati accurati e precisi, devono trovare un angolo leggermente superiore a 7°, il che corrisponde effettivamente al valore di 7,2° trovato da Eratostene. Se tuttavia vi fosse una notevole differenza rispetto a questo risultato, gli alunni dovranno chiedersi il perché e cercarne le cause.



I bambini osserveranno che con una fotocopia abbastanza grande, la precisione potrà raggiungere il quarto di grado, e dunque corrispondere quella della misura dello scienziato greco ! Ma capiranno anche che – fatto piuttosto paradossale – questa precisione non potrà essere ottenuta con un " vero " goniometro, cosa che verificheranno in un

secondo tempo…
Quindi incolleranno il loro schema nel loro quaderno di esperienze con, accanto, il foglio da ricalco posizionato sulla parte utile della fotocopia del goniometro, e aggiungeranno alcuni commenti.

In opzione: Un po' di esercizio !

Sarà interessante che i vostri alunni si esercitino a manipolare il goniometro eseguendo il gioco seguente, da presentarsi in questo modo:
" Abbiamo ritrovato le misure che il nostro geniale scienziato aveva potuto fare lungo tutto l'anno ad Alessandria, a partire dall'ombra dello stesso obelisco che, ricordiamolo, misurava 8 m di altezza. Queste misure vi sono presentate nella tabella sottostante, ma alcune di esse sono state misteriosamente cancellate … Sapreste ritrovarle? "

Incominciate con riprodurre la tabella di dati riportata qui sotto, quindi " cancellate " con del bianco coprente alcuni valori di angoli e di ombre, facendo però attenzione che, per una stessa data, rimanga uno dei due dati: infatti, sarà indispensabile per ritrovare l'altro. Fotocopiate poi di nuovo la tabella, distribuitene una copia ai vostri alunni e fate precisare oralmente la procedura da seguire.

Mese	21 gennaio	21 febbraio	21 marzo	21 aprile	21 maggio	21 giugno	21 luglio	21 agosto	21 settembre	21 ottobre	21 novembre	21 dicembre
Lunghezza dell'ombra dell'obelisco in metri	9.9	7.2	4.8	2.8	1.6	1	1.5	2.8	4.7	7.2	9.9	11.3
Angolo dei raggi con l'obelisco in gradi	51.1	41.8	31	19.3	11.1	7.2	10.8	19.2	30.6	42.0	51.2	54.7

I vostri alunni avranno così l'occasione di esercitarsi a fare degli schemi in riduzione, e di manipolare il goniometro per poter compilare le caselle vuote: sarà un buon esercizio per valutare gli angoli risultanti dai loro rilevamenti, quelli già fatti e quelli ancora da fare (vedere oltre).

Sfruttare la tabella dei dati

Una volta ritrovati i dati mancanti, i bambini osserveranno che la lunghezza dell'ombra a mezzogiorno, da un lato, e l'inclinazione dei raggi solari dall'altro variano – ma in senso contrario – lungo tutto l'anno (l'angolo passa da un massimo, il 21 dicembre, ad un minimo, il 21 giugno). I bambini avranno probabilmente già notato questa evoluzione nel corso dei loro rilevamenti dall'inizio del progetto. Ma se non lo hanno notato, questa scoperta li incuriosirà sicuramente e vorranno saperne di più. Per verificare da se stessi se è anche il caso della loro località, bisognerà procedere ad altri rilevamenti nelle settimane successive per dedurre l'angolo dei raggi solari e per vedere la loro evoluzione fino alla fine dell'anno scolastico….

Frattanto, potranno sfruttare i rilevamenti già effettuati schematizzandoli per valutarne l'angolo con un goniometro, quindi confrontare questo valore con quello trovato ad Alessandria, nella data più vicina. I bambini noteranno la differenza, tenteranno di spiegarla, quindi faranno una simulazione per verificare.

Simulazione con un mappamondo (o un pallone-Terra ")

Ricordate agli alunni le simulazioni con il " pallone-Terra " (vedere la parte 4 della sequenza 3). Si rammenteranno sicuramente che le ombre degli gnomoni erano sempre più grandi allontanandosi da Siene verso Nord o verso Sud.

Nel primo caso, puntavano verso Nord, nel secondo, verso Sud.

Verificheranno questa tesi di nuovo su un mappamondo (o un pallone-Terra) con due minuscoli gnomoni identici, prendendo questa volta come riferimento Alessandria: aiutandosi con un atlante, individueranno (in modo approssimativo sul pallone) la propria località rispetto a questa città, dove faranno apparire un'ombra molto corta nella posizione del mezzogiorno solare. Quindi faranno girare il mappamondo per ottenere l'ombra più corta a livello della loro località, e confronteranno le due ombre. Secondo la posizione geografica del vostro paese, la conclusione di questa modellizzazione sarà variabile, in quanto i bambini osserveranno, secondo il caso, un'ombra più grande (a nord del tropico del Cancro e a sud del Tropico del Capricorno) o più corta (nella zona intertropicale).

---

3) Realizzazione dello gnomone " Eratos " .

Durata : una o due sessioni per la realizzazione e la regolazione dello gnomone .

Luogo : classe, poi luogo esposto al sole .

Materiale :

Per il gruppo-classe:
materiali scelti per costruire lo gnomone e il suo supporto,
strumenti,
materiale per regolarlo (" doppia squadra ", livello a bolla d'aria, bussola).

Concertazione

Si svolgerà una seduta plenaria per definire il capitolato d'oneri della realizzazione dello gnomone " Eratos ". Prendendo in considerazione i vincoli materiali (in particolar modo quello delle dimensioni del supporto che non dovrà eccedere un metro quadrato), ognuno esprimerà le sue idee sulla questione.
Sapendo che verso la sua punta l'ombra diventa meno nitida, alcuni alunni opteranno per un'asta piuttosto corta: 15 cm sembreranno loro una lunghezza ragionevole. Prevedendo che le ombre si accorceranno fino al 21 giugno (nell'emisfero nord e, inversamente, al sud), i bambini vorranno uno strumento meno modesto per il semplice piacere di poterlo decorare " come un piccolo totem ": non esiteranno a proporre un'altezza di 30 cm.
Si potrà dunque trovare un consenso per uno gnomone che misuri fra i 10 ed i 20 cm di altezza, di sezione cilindrica, ma di piccolo diametro, con una punta piatta, e fissato su un supporto rettangolare di circa 60 x 40 cm. Attenzione, ad alcune latitudini, alle aste metalliche che si riscaldano al Sole rischiando poi di dilatarsi se esposte per lungo tempo.

Realizzazione dello gnomone .

Poiché gli alunni sono già stati ampiamente addestrati a questo tipo di compito, e visto che sprizzano di idee più originali le une delle altre (le quali verranno rigorosamente valutate prima di essere messe in atto!) non ci dilungheremo su questo argomento. Comunque, per quanto riguarda il supporto sarà di regola una certa sobrietà:

nessun trattamento che rischi di fare ondulare la superficie, né decorazioni che possano disturbare i rilevamenti d'ombra ! ***Fate anche attenzione alle radiazioni solari che rischiano di dilatare o di deformare i materiali che utilizzerete se la temperatura al momento delle misurazioni raggiunge i 30 gradi. Il supporto non si deve ondulare perché, per garantire l'affidabilità dei rilevamenti, deve rimanere assolutamente piano. .***

Orientamento e regolazione.

Per quanto riguarda l'orientamento del supporto, e poi la regolazione della sua orizzontalità e della perpendicolarità dell'asta, vedere la parte Regolazione degli gnomoni alla fine della sequenza 2. Va da sé che bisognerà eseguire con la massima cura questa tripla operazione, e verificarla ed eventualmente ripeterla prima di ogni rilevamento.

Testimonianza del Sig. Pouyet della scuola francese di Rocquigny (08), sulla fabbricazione dello gnomone (progetto 2001):

"Ecco come abbiamo costruito i nostri gnomoni:
I bambini hanno per prima cosa costruito uno gnomone individuale:
- un foglio di cartone spesso nel quale è stata infilzata un'asta (bastone, grosso stecchino) e con il quale hanno eseguito i primi rilevamenti… poco affidabili. Nel giro di pochissimo tempo, è stato necessario prendere in considerazione diversi parametri (orizzontalità e
verticalità) e per finire il nostro gnomone è composto:
- da una tavola di compensato (2cm di spessore) di 50 cm x 30 cm sulla quale è stato praticato un foro su uno dei lati,
- da un'asta filettata di 15 cm fissata perpendicolarmente alla tavola con un dado e un controdado.
Quindi, ci siamo messi d'accordo su un punto esposto al Sole nel cortile della scuola, durante l'intervallo del pranzo, e abbiamo verificato la sua orizzontalità con la livella a bolla. Ora eseguiamo le misurazioni sempre in questo punto.
Segnamo dunque la lunghezza dell'ombra dello gnomone sulla tavola e, di ritorno in classe, riproduciamo su scala 1/2 su carta millimetrata il triangolo formato dai raggi solari, l'ombra dello gnomone e lo stesso gnomone.
Misuriamo poi l'angolo ottenuto.
Il tutto non richiede più di 10 minuti".

---

4) Misure angolari specifiche al progetto con lo gnomone " Eratos "

Durata : per diverse settimane, in funzione della meteo, 10 minuti quotidiani di rilevamenti d'ombra al momento del mezzogiorno solare, seguiti da una breve sessione per determinare l'angolo dei raggi .

Luogo : luogo esposto al sole, classe.

Materiale :

Per il gruppo -classe :
lo gnomone " Eratos ",
fogli di carta millimetrata,
matite appuntite,
righe,
goniometri,
filo da cucito.

Ecco, infine, il vero inizio dell'operazione Eratostene !

I rilevamenti delle misure che eseguirete ora dovranno aver luogo esattamente all'ora del mezzogiorno solare. L'ultimo paragrafo della sequenza 3 vi proponeva diverse soluzioni per valutare, lungo tutto l'anno, l'ora del mezzogiorno solare sui vostri orologi (ora civile). Ve le ricordiamo di nuovo:

1. Accontentarsi del tracciato della direzione nord data da una bussola, sapendo che questa direzione è leggermente diversa dal nord geografico, il che comporterà un piccolo "errore" in partenza. Poi si aspetterà il momento in cui l'ombra dello gnomone arriva a questa direzione.
2. Tracciare sulla base dello gnomone (accuratamente segnata per terra) la cosiddetta linea meridiana, ossia un frammento del meridiano del luogo, il che darà il nord geografico. È un'attività molto interessante, da fare una volta per tutte, proposta in opzione (vedere la scheda: " tracciato della meridiana ").
Collegarsi al sito del B. D. L. (Bureau des longitudes) che, in base alla vostra località ed alla data scelta, vi fornirà l'ora del mezzogiorno solare, ma in Tempo Universale. In Italia dovrete sempre aggiungere 1 ora se è l'orario invernale e 2 ore dopo il passaggio all'orario estivo (pensate a regolare i vostri orologi sull'orologio parlante). Ecco l'indirizzo del sito Internet:

http://www.bdl.fr/cgi-bin/levcou.cgi

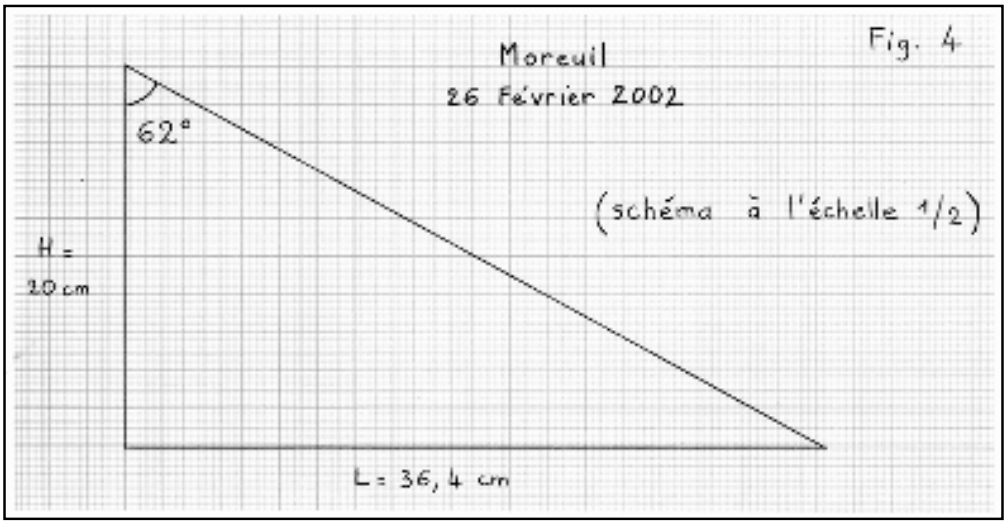
(Osservate che, sin dal primo rilevamento effettuato all'ora precisa indicata dal B.D.L., potrete tracciare la meridiana del luogo poiché essa coincider à con il tracciato d'ombra.

L'operazione da eseguire

Ogni giorno, quando il Sole brilla a metà giornata, e l'ombra dello gnomone " Eratos " può rispettare il suo appuntamento con la meridiana, un alunno viene a mettere un segno molto preciso, con la matita, all'estremità dell'ombra, quindi ne misura accuratamente la lunghezza.

Schema .

Con una matita dalla punta molto affilata, l'alunno riporta su un foglio di carta millimetrata, in grandezza naturale o sulla scala 1/2, l'altezza dello gnomone e la lunghezza dell'ombra (misurata con una precisione del millimetro, è molto importante), quindi traccia il raggio solare con una retta che unisce le due estremità.



Misurazione dell'angolo .

Non rimane più che da misurare l'angolo mediante un goniometro, con tutta la precisione possibile, ossia con una precisione dell'ordine di un grado o di mezzo grado ! Per avere una precisione ancora superiore, si può riprendere la tecnica del riporto dell'angolo su una carta da ricalco, quindi del suo posizionamento sulla fotocopia ingrandita di un goniometro (rivedere la figura 3).

Sarà opportuno che tre alunni facciano questo lavoro in parallelo, naturalmente a partire dallo stesso punto di riferimento iniziale (da cui l'importanza di questo riferimento): se due o tre dei risultati concordano in modo molto "stretto" se ne potrà convalidarne uno, altrimenti bisognerà ricominciare gli schemi.

Variante in opzione.

Alcuni alunni vorranno cercare di misurare l'angolo sul posto, ossia tendendo un filo (molto sottile, tipo filo da cucito) dall'estremità dello gnomone fino a quella dell'ombra, e utilizzando un goniometro: vedranno che questa operazione è molto delicata, soprattutto per la resistenza del filo e la regolazione del goniometro rispetto all'asta dello gnomone ! Comunque, potranno confrontare i loro risultati con quelli ottenuti mediante gli schemi e trarne delle conclusioni.

Si può anche fare un'altra misurazione dell'angolo sul posto con una tecnica molto semplice e veloce: si tratta della misura diretta dell'ombra minima di quel che si suol chiamare un quadrante (questo ci è stato suggerito l'anno scorso da Gérard Corbet, insegnante): vedere la corrispondente scheda di attività.

Osservazioni :

Con il passare dei giorni, si noterà che i punti di riferimento sulla meridiana vanno lentamente sposandosi: a partire dal 22 dicembre, sembreranno " indietreggiare " verso la base dello gnomone. I bambini ne dedurranno che la traiettoria del Sole, dopo aver raggiunto il suo più basso livello nel cielo di dicembre, riprende a salire (fino al 21 giugno). Pensate quindi a riferirvi alle misure della tabella delle ombre di Alessandria, e analizzate con loro le similitudini nelle variazioni dell'"ombra-calendario " nel corso dell'anno.

E se un giorno l'ombra dello gnomone mostra la stessa lunghezza dello gnomone, i vostri alunni vedranno che l'angolo equivale alla metà dell'angolo retto, " come quando si piega in due, di traverso, un foglio ". Aggiungiamo a questo proposito che il 21 marzo e il 21 settembre - al momento dell'equinozio - l'angolo dei raggi solari corrisponde alla latitudine del luogo (e dunque ogni scuola, ovunque essa si trovi, otterrà come risultato, in quel giorno, l'angolo della propria latitudine !).

Comunicazioni e scambi:

Per ogni rilevamento fatto al momento del mezzogiorno solare, il valore trovato per l'angolo sarà accuratamente annotato sullo schema, nonché la data (e l'ora civile, ma solo a titolo indicativo, poiché quest'ora non sarà presa in

considerazione al momento dei calcoli successivi).

Queste informazioni dovranno essere riportate nella tabella che abbiamo creato sul sito Internet dedicato al progetto, affinché possiate comunicare – e quindi scambiare – le vostre misure con le scuole partner che si trovano nel mondo intero.

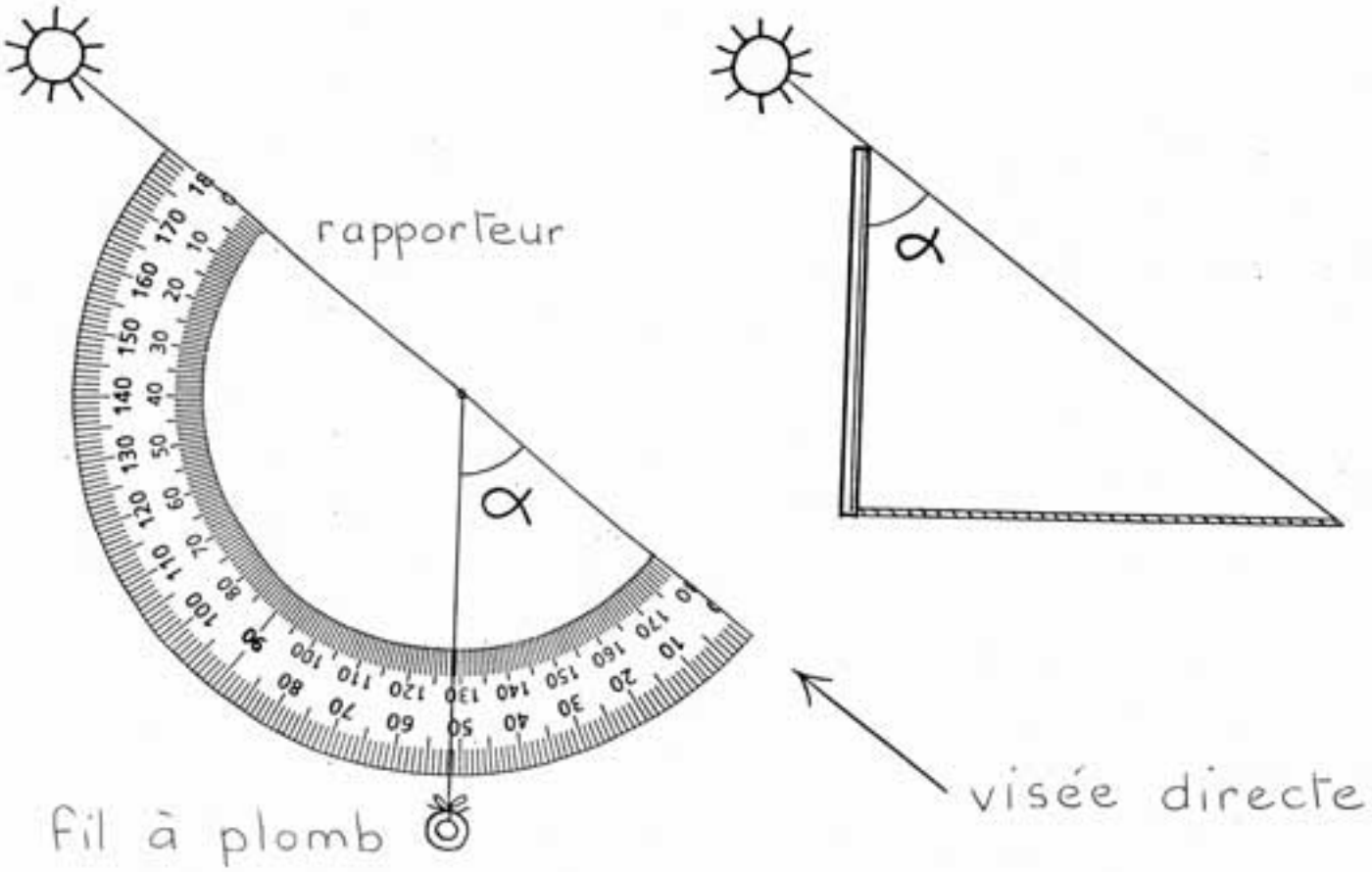
http://www.mapmonde.org/eratos/measures.php?lang=it

Pensate a pubblicare regolarmente le vostre misurazioni ed osservate bene i risultati delle altre scuole: il confronto delle misurazioni fra le classi sarà l'oggetto della prossima sequenza, e vi permetterà di introdurre la nozione di coordinate geografiche. A presto sul sito!

Sessione complementare (Sequenza 4)

Misurare l'angolo dei raggi solari con un quadrante (Calcolo diretto mediante l'ombra minima di un quadrante)

Ecco un altro metodo per misurare l'angolo dei raggi solari, semplice e veloce, che i vostri alunni saranno felici di sperimentare in parallelo al metodo basato sullo gnomone Eratos. Ispirato al principio del calcolo diretto del sestante di marina, permette di fare una lettura immediata dell'angolo (che noi chiameremo a) grazie ad uno strumento detto quadrante, dunque, senza ricorrere ad un gnomone. La seguente figura illustra questo principio, ma osservate sin d'ora che il puntamento dello strumento verso il Sole sarà effettuato con la proiezione della sua ombra minima su uno schermo e non mediante un puntamento oculare – molto pericoloso per gli occhi se non sono protetti da filtri speciali.

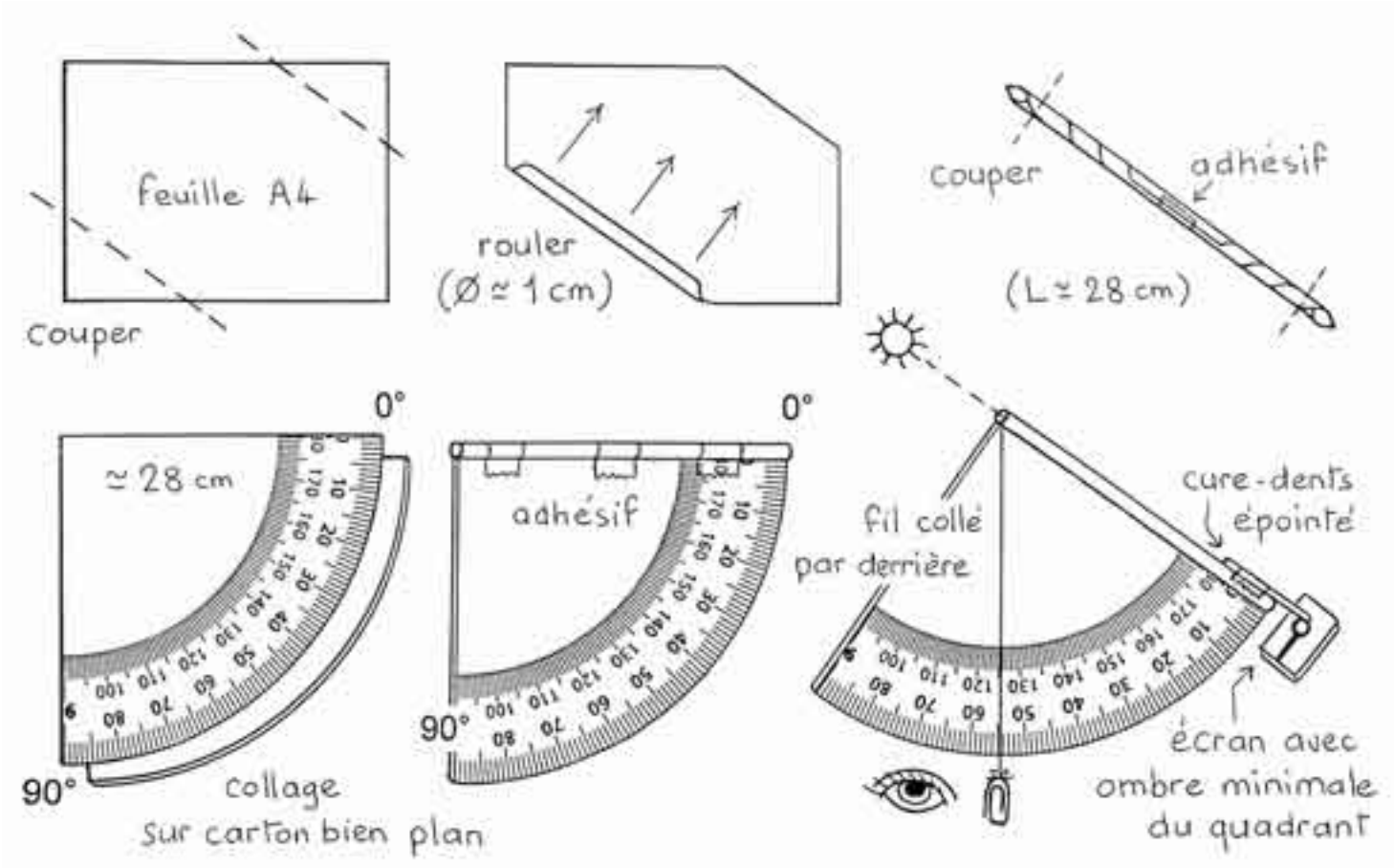


Materiale

- Un foglio di carta A4
- Un quadrato di cartone rigido di circa 30 cm di lato, un altro di circa 8 cm ;
- La fotocopia molto ingrandita di un (mezzo) goniometro
- Uno stecchino senza la punta
- Filo ordinario
- Un fermaglio
- Nastro adesivo.

Realizzare un quadrante collettivo

Come per lo gnomone Eratos, il quadrante deve essere realizzato con particolare cura per far sì che l'ombra dell'angolo sia molto precisa (teoricamente al quadro di grado !). La figura sottostante descrive il processo al quale aggiungiamo alcuni complementi :
Arrotolando il foglio di carta, badate a fare in modo che il tubo sia perfettamente cilindrico. Fotocopiate la parte utile di un goniometro da scuola facendo due ingrandimenti successivi, l'ultimo su un foglio A3, ma verificate poi che l'angolo sia precisamente di 90°: alcune fotocopiatrici generano infatti delle deformazioni. Il filo a piombo deve oltrepassare di pochissimo il quadrante per stabilizzarsi più presto (con diversi contatti leggeri con il quadrante).
Per quanto concerne lo schermo, avrete notato che è saldato al tubo e che si riduce ad un piccolo rettangolo (o quadrato) posto a circa 2 cm dietro il tubo (non tarderete a scoprirne i vantaggi rispetto ad uno schermo più grande che si dovrebbe tenere dietro il quadrante). Prima di ogni misurazione, verificherete, guardandolo di profilo e da sopra, che questo schermo è perfettamente perpendicolare al tubo.
Attenzione, il quadrante offrirà una certa resistenza al vento: cercate perciò di trovare un punto riparato, altrimenti sarà meglio rinunciare a questo metodo (comunque, ogni risultato sarà confrontato con quello ottenuto con lo gnomone da un altro bambino).



Misurare l'angolo a sul quadrante

Qualche minuto prima del momento del mezzogiorno solare, il bambino-manipolatore si mette al Sole per posizionare il quadrante nel modo seguente: presenta il profilo dello strumento contro il Sole, senza però far caso al filo a piombo in un primo tempo. Una volta ottenuta sullo schermo l'ombra minima, il bambino controlla il filo: è troppo disstaccato dal quadrante o, al contrario, poggia troppo sul quadrante ? In ambedue i casi, bisognerà rettificare un poco la posizione dello strumento per ottenere un leggero contatto del filo. Senza occuparsi dell'ombra, stavolta, il bambino raddrizza delicatamente il quadrante per ottenere questo contatto. Ma ecco che l'ombra non è più del tutto minima… Considerando allora il filo come un asse verticale attorno al quale può girare lo strumento, rettifica pian piano l'orientamento dello strumento fino a vederne ricomparire l'ombra minima.
Dopo aver stabilizzato il filo appena prima dell'istante del mezzogiorno solare, e dopo aver dato un'occhiata all'ombra, legge il valore dell'angolo a, con una precisione del quarto di grado… L'operazione sarà durata uno o due minuti ! Il risultato sarà naturalmente confrontato con quello ottenuto in parallelo con lo gnomone.

Séquence 4

Assistance technique de la séquence 4 : améliorer et évaluer la précision de vos mesures

Afin de faciliter les échanges entre les écoles, tous les participants à l'opération ont été répartis dans 8 groupes à peu près homogènes (plus un groupe pour les écoles égyptiennes). Compte tenu de la répartition en latitude de l'ensemble des écoles sur le territoire français, nous nous sommes efforcés de garantir un écart de latitude minimum entre les écoles d'un même groupe. C'est-à-dire que, quel que soit votre groupe, nous avons essayé de vous associer au moins un partenaire dont la latitude diffère de la vôtre d'au moins 3 ou 4 degrés.

Pourquoi ? Parce qu'un correspondant situé à 4 degrés au sud de votre ville mesurera un angle inférieur de 4 degrés à celui que vous mesurerez le même jour. Malheureusement, les mesures que vous faites ou allez faire avec vos élèves ne sont qu'une estimation de l'angle réel entre le Soleil et la verticale. Comme vous vous en doutez, cette estimation est nécessairement entachée d'erreur. Tantôt, vous mesurerez un angle supérieur à la réalité, tantôt inférieur. Cet écart, cette erreur dépend à la fois de la qualité de votre gnomon (longueur et “perpendicularité” du stylet), et de la qualité de sa mise en station (horizontalité de la planche, tracé du méridien local). Vous aurez bien sûr compris que votre objectif est de faire une mesure aussi précise que possible.

Si l'erreur que vous commettez sur chaque mesure est de 3 à 4 degrés, il est évident que votre calcul du tour de la Terre sera très éloigné de la réalité puisque cette erreur est justement égale à la différence entre votre mesure et celle de votre partenaire. Si vous arrivez à faire une mesure fiable à 2 degrés près, c'est mieux mais votre partenaire ayant à peu près la même précision, il y a encore un fort risque que la différence de vos mesures s'annule ! En conclusion, il est donc nécessaire que votre gnomon soit suffisamment bien réglé et bien installé pour vous permettre de faire des mesures avec une précision de (au moins) 1 degré.

Cette fiche technique devrait vous aider à contrôler et améliorer votre instrument de mesure afin de publier rapidement des mesures aussi précises que possible. Parmi les écoles qui ont déjà publié quelques mesures, certaines remplissent déjà ce critère de précision. Vous pouvez donc tous y arriver ! Nous avons voulu regrouper dans cette fiche un ensemble de conseils et d'idées pour vous assister. Bien évidemment, ce ne sont que des suggestions, et leur liste n'est pas exhaustive... N'hésitez pas à contacter par courrier électronique les écoles de votre groupe et à échanger vos astuces techniques , les listes de diffusion sont faites pour cela !

Des erreurs à répétition !

À chaque fois que vous assemblez deux parties de votre instrument ou que vous installez votre instrument avant une mesure, vous commettez inexorablement de petites erreurs qui, mises bout à bout, pourraient bien fausser votre mesure. Parfois celles-ci se compensent par chance, parfois elles s'ajoutent et nuisent gravement à vos relevés, alors il est bon de contrôler toutes les étapes avec la plus grande minutie.

Faites donc avec vos élèves la liste des différentes étapes qui ont mené à chaque mesure, depuis l'assemblage de votre gnomon : choix et mesure de la longueur du stylet, fixation de cette tige perpendiculairement à la planche qui est elle-même censée être parfaitement plane, installation de la planche et vérification de son horizontalité, tracé du méridien et repérage du passage de l'ombre du stylet sur la ligne méridienne, mesure de cette ombre, tracé du secteur angulaire grâce aux longueurs de l'ombre et du stylet et enfin mesure de cet angle.

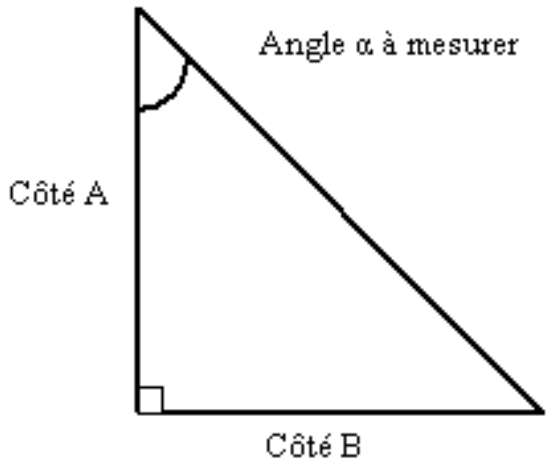
Il vous faut maintenant admettre qu'à chacune de ces étapes, vous avez fait une faible erreur. Vous comprenez que la mesure finale et donc le calcul du diamètre terrestre peuvent être très éloignés de la réalité ! Voyons

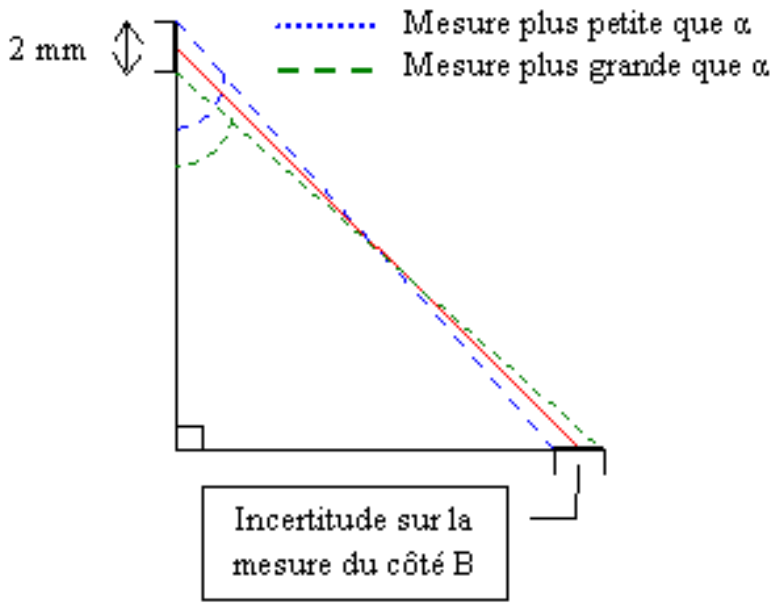
maintenant ensemble quelques idées et astuces pour évaluer et minimiser ces erreurs.

Règle de base

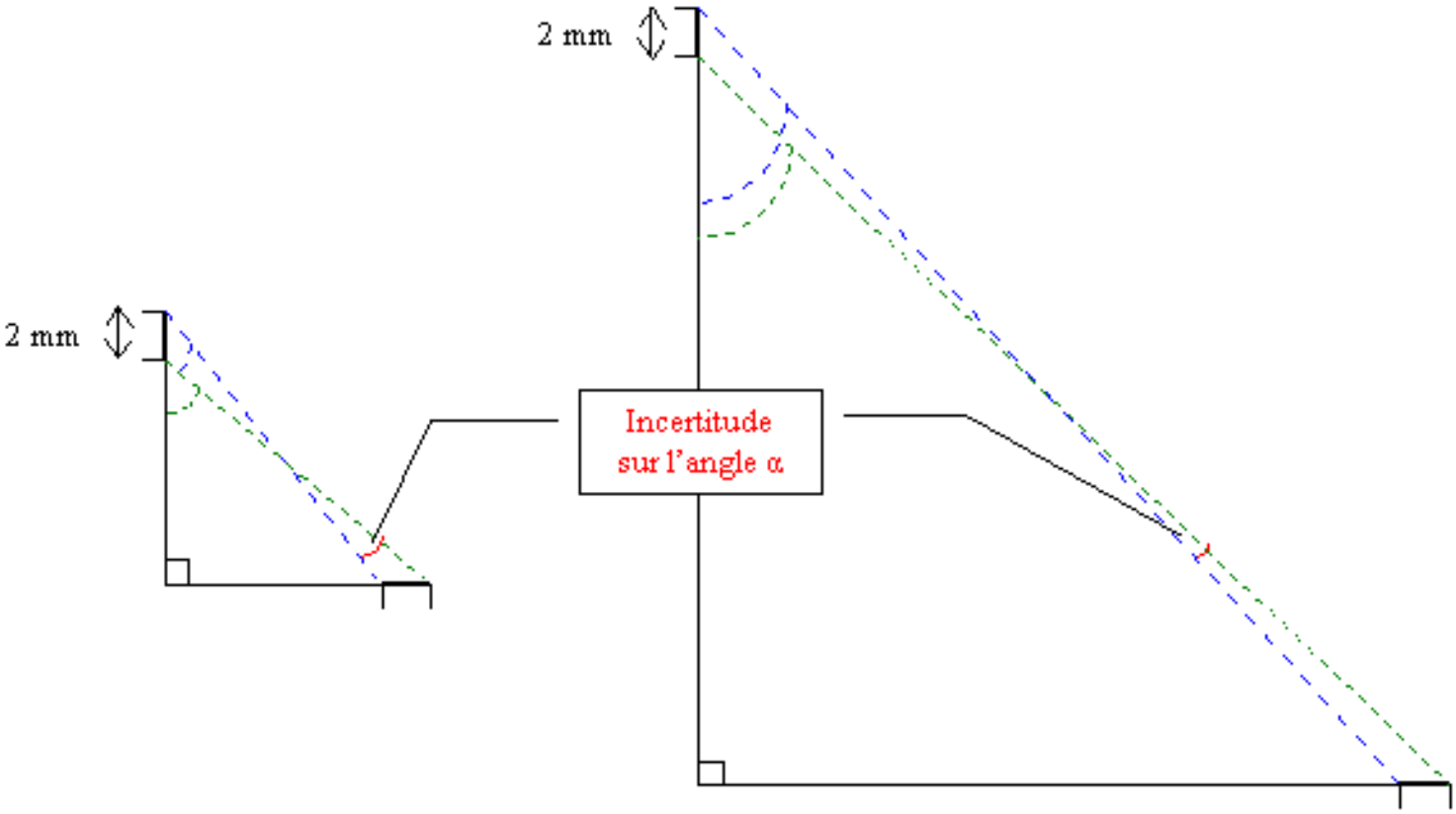
Comment réduire au maximum l'erreur de mesure sur un angle ? En augmentant au maximum les longueurs des côtés que vous tracez pour mesurer cet angle (voir la figure 1). En effet, on ne peut jamais connaître exactement une longueur, mais on la mesure avec une certaine précision (donnez un double décimètre à 3 élèves successivement et demandez-leur de mesurer la taille de votre bureau au demi-millimètre près : ils trouveront à coup sûr 3 mesures différentes !).

Supposons maintenant que vous souhaitiez mesurer l'angle alpha représenté sur la figure 1 ci-dessous à partir de la connaissance des longueurs des segments A et B. Supposons (ce qui est raisonnable) que les longueurs de A et B ont été mesurées à ± 1 mm. La figure vous montre que ces incertitudes sur les longueurs A et B entraînent une incertitude sur la connaissance de l'angle alpha lui-même.





Pour réduire cette incertitude, triplez ou quadruplez les longueurs A et B. L'incertitude sur la mesure de leur longueur, elle, reste la même (elle ne dépend que de votre façon de mesurer : qualité de votre règle et de votre lecture). Par contre, l'incertitude sur l'angle diminue. La figure 2 devrait vous en convaincre : remarquez les angles extrêmes dus à ces incertitudes, ils marquent les limites qui encadrent la valeur réelle de l'angle alpha : ici 45 degrés. Cet intervalle diminue bien sur la figure la plus grande (vérifiez avec votre rapporteur !). Ainsi, vous avez tout intérêt à utiliser de grandes longueurs pour mesurer les angles.



Applications

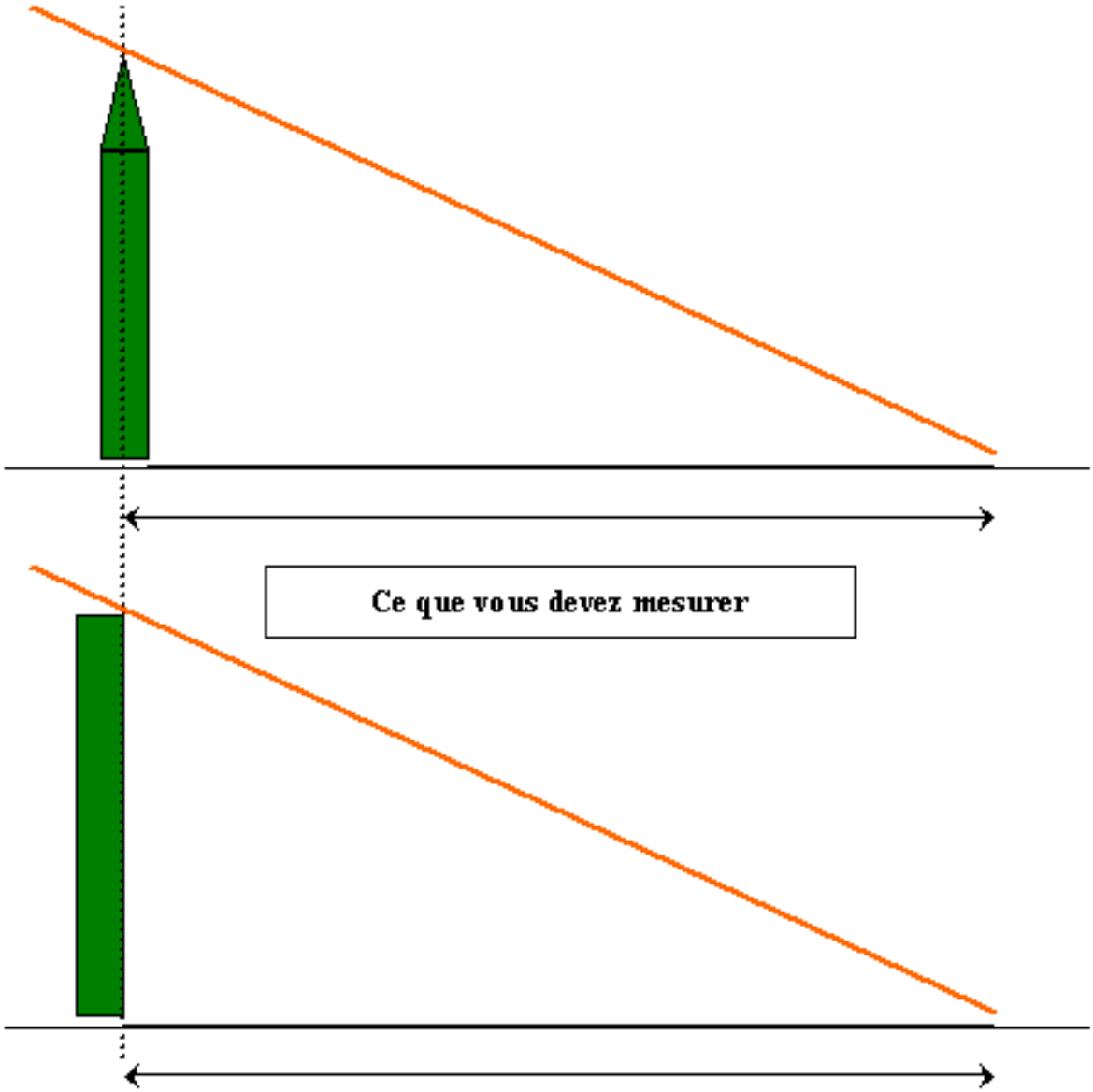
Utilisez de préférence de grands instruments : équerre pour vérifier que votre gnomon est bien perpendiculaire à la planche. Attention : il faut le vérifier dans deux directions perpendiculaires l'une par rapport à l'autre, c'est-à-dire tourner de 90 degrés autour du pied du gnomon et contrôler à nouveau dans cette nouvelle direction. En effet, le gnomon peut être incliné dans n'importe quelle direction !

Un gnomon plus long sera plus facile à installer bien perpendiculairement à la planche, cependant s'il dépasse de 20 cm, son ombre deviendra vite floue, même au midi solaire. Privilégier donc un gnomon d'une dizaine de cm

Si vous avez réalisé un niveau à bulle pour contrôler l'horizontalité de votre planche, il sera d'autant plus précis que la surface de liquide est grande, d'après le principe expliqué précédemment.

Utilisez de préférence des crayons à mine très fine (type critérium) pour tracer les longueurs mesurées, vous réduirez ainsi les erreurs de lecture des angles. De même, servez vous plutôt de rapporteurs de grande taille pour lire l'angle final, vous atteindrez ainsi une plus grande précision dans la lecture.

Remarque : selon la forme de votre gnomon (pointu ou plat à l'extrémité), il vous faudra mesurer la longueur de l'ombre à partir de points différents à son pied, observez bien la figure ci-dessous car vous risquez d'introduire systématiquement une erreur dans vos relevés.



Évaluez vous-même votre précision

Pour avoir une idée de la précision de vos mesures, c'est très simple : il vous suffit de faire des relevés tous les jours. D'un jour sur l'autre, la valeur de l'angle des rayons solaires par rapport à la verticale varie très peu (entre 0,2 et 0,1 degré par jour à partir de mi-mai). Suffisamment peu, donc, pour que vous ne puissiez le remarquer dans vos mesures. Ainsi, en faisant trois mesures trois jours de suite, vous aurez une idée des erreurs (aléatoires) que vous faites lors du réglage de votre instrument et de votre mesure. Vous obtiendrez trois mesures qui doivent être aussi semblables que possible. En revanche, vous ne pourrez pas connaître votre erreur par rapport à la valeur "réelle" de l'angle que vous mesurez.

Mais ne vous inquiétez pas, nous surveillons de près l'ensemble de vos résultats et nous vous communiquerons la précision "réelle" de vos relevés si nécessaire lors de l'interprétation de vos résultats. Bon courage à tous, vous avez presque atteint votre but !

Complément :

Voici la description du gnomon réalisé par Alain Rouquet et sa classe et de leur protocole. Ce gnomon très simple dans sa conception donne d'excellents résultats !

"Pour la réalisation du gnomon, rien de bien original : un plateau en agglo mélaminé posé sur une table et sur

un des chants du plateau une tige en bois dépassant de 10 cm, de section ronde (8 mm), serrée (pas trop pour que les enfants la réajustent à tout moment) par un collier pour tube de cuivre (de plomberie).

Pour chaque mesure, il y a un vérificateur de l'horizontalité du support et de la verticalité du gnomon, un enfant trace sur le plateau l'extrémité de l'ombre et une équipe de retour en classe est chargée de passer à l'action (tracer le fameux triangle et mesurer l'angle du jour...). Une dernière équipe s'en va, très excitée, sur l'ordinateur déposer l'angle du jour sur le site "ératos".

Par visée directe, c'est un peu décevant, les mesures sont difficiles à obtenir avec précision même si les bambins adorent observer le Soleil avec les lunettes "éclipses".

Quelques illustrations du projet figurent sur le site de la classe

---

Sequenza 5

Scoprire il mezzogiorno solare

Introduzione

Eccovi arrivati a un passo dal traguardo ! Questa ultima tappa coronerà gli sforzi e la perseveranza che avete mostrato lungo tutto il progetto, e per i quali ci congratuliamo con voi. È giunto il momento di utilizzare i dati che avete accuratamente raccolto sia con i vostri stessi rilevamenti che comunicando con altre classi via Internet. Misuriamo ora insieme la lunghezza del vostro meridiano e calcoliamo infine le dimensioni del nostro pianeta.

Osservazione : : c quest'ultima tappa è la più delicata del progetto, per questo abbiamo scelto deliberatamente un metodo progressivo, che vi consentirà di guidare i vostri alunni verso il calcolo finale.

Indice della sequenza:

- 1- Come misurò Eratostene la circonferenza della Terra
  - a- Nozione di verticale su scala della Terra
  - b- Scoprire il segreto di Eratostene
  - c- Misurare la lunghezza del meridiano
- 2- Utilizzare i rilevamenti di un'altra scuola per misurare il proprio meridiano
  - a- Scegliere il vostro partner
  - b- Realizzare la vostra figura di Eratostene
  - c- Misurare la distanza fra le città partner
  - d- Calcolare la lunghezza del vostro meridiano
  - e- Calcolare il diametro della Terra
  - f- Pubblicare le vostre misure nella tabella che centralizza i risultati
  - g- Inviare una cartolina postale a tutti i partecipanti tramite il nostro sito
- 3- Ultima misurazione, il 21 giugno

Premessa: la misura di Eratostene

Ecco il nostro scienziato greco che, venuto a capo della questione, ci rivela infine i risultati della sua esperienza. Date da leggere ai vostri alunni il seguente testo:

"Dopo aver misurato l'angolo fra i raggi solari e la verticale rappresentata dall'obelisco nella sua città di Alessandria, Eratostene disegnò sul suolo una sezione della Terra secondo un meridiano. Raffigurò le città di Siene e di Alessandria e tracciò i raggi del Sole che arrivavano a queste due città. Fu confrontando gli angoli di questi raggi con la verticale in ciascuna di queste città e prolungando il raggio del Sole che cadeva a Siene fino al centro della Terra che gli venne l'idea geniale di misurare la circonferenza del nostro pianeta.

Egli comprese subito che gli mancava un solo dato: la distanza fra Alessandria e Siene. Sapeva che le carovane che attraversavano il deserto erano utilizzate per misurare le distanze fra le città. Infatti, degli uomini che si chiamavano "bematisti" camminavano accanto ai cammelli contando i passi. Sapendo la lunghezza media di un passo, calcolavano le distanze percorse moltiplicando questa lunghezza per il numero di passi effettuati durante il viaggio ! Si diceva che ci fosse quasi un milione di passi fra Alessandria e Siene… Ossia l'equivalente di circa 5 000 stadi egiziani (l'unità di lunghezza utilizzata all'epoca).

Eratostene trovò rapidamente, dopo qualche semplice calcolo, che la circonferenza della Terra era esattamente di 250 000 stadi. Si affrettò a comunicare il suo risultato ai suoi colleghi scienziati e geografi, e fu così che in tutto il mondo si diffuse velocemente la notizia che uno scienziato di nome Eratostene aveva misurato per la prima volta le dimensioni del nostro pianeta".

Ora tocca a voi ! Cercate di riprodurre la figura che rese celebre Eratostene in tutto il mondo e scoprite come misurò la circonferenza della Terra. Quindi utilizzate le vostre misure e quelle di una scuola partner per calcolare voi stessi le dimensioni del nostro pianeta.

1- Come misurò Eratostene la circonferenza della Terra

a - nozione di verticale su scala della Terra

I bambini, che discutono sul testo letto in classe, sono stimolati a porsi diversi interrogativi. La prima cosa da capire è la nozione di verticale nelle due città di Siene ed Alessandria. Se hanno seguito le attività sulle nozioni di verticalità e di orizzontalità avranno certamente una buona intuizione della verticale locale. Ma cosa succede su scala del nostro pianeta ?

Rivolgete loro la seguente domanda:

"Quando gli gnomoni sono regolati bene (rivedere questa attività se necessario, e le note scritte a suo tempo dagli alunni nel loro quaderno di esperienze), come si presentano rispetto al supporto orizzontale ?" I bambini risponderanno con sicurezza che sono perfettamente verticali e quindi perpendicolari al suolo orizzontale.
"Cosa accade allora nel caso di gnomoni che siano sparsi sulla superficie della Terra ?"

Allora, discuteranno su questo punto e scriveranno sul loro quaderno le loro ipotesi, che tenteranno di verificare con un'esperienza. Per far questo, possono partire da una semplice striscia di carta rigida sulla quale incollano dei bastoncini o delle puntine, perfettamente perpendicolari al foglio posato di piatto. Ecco gli gnomoni così come li osservano quando sono regolati. Poiché gli alunni sono convinti che la Terra non è piatta, incurvano la striscia e osservano che gli gnomoni non sono più paralleli ma che le direzioni verso le quali puntano pian piano vanno inclinandosi. Richiudendo la striscia su se stessa, vedono gli gnomoni disporsi a raggiera sulla superficie della Terra. Allora disegnano sul loro quaderno questa strana figura della Terra coperta di aculei come un porcospino.

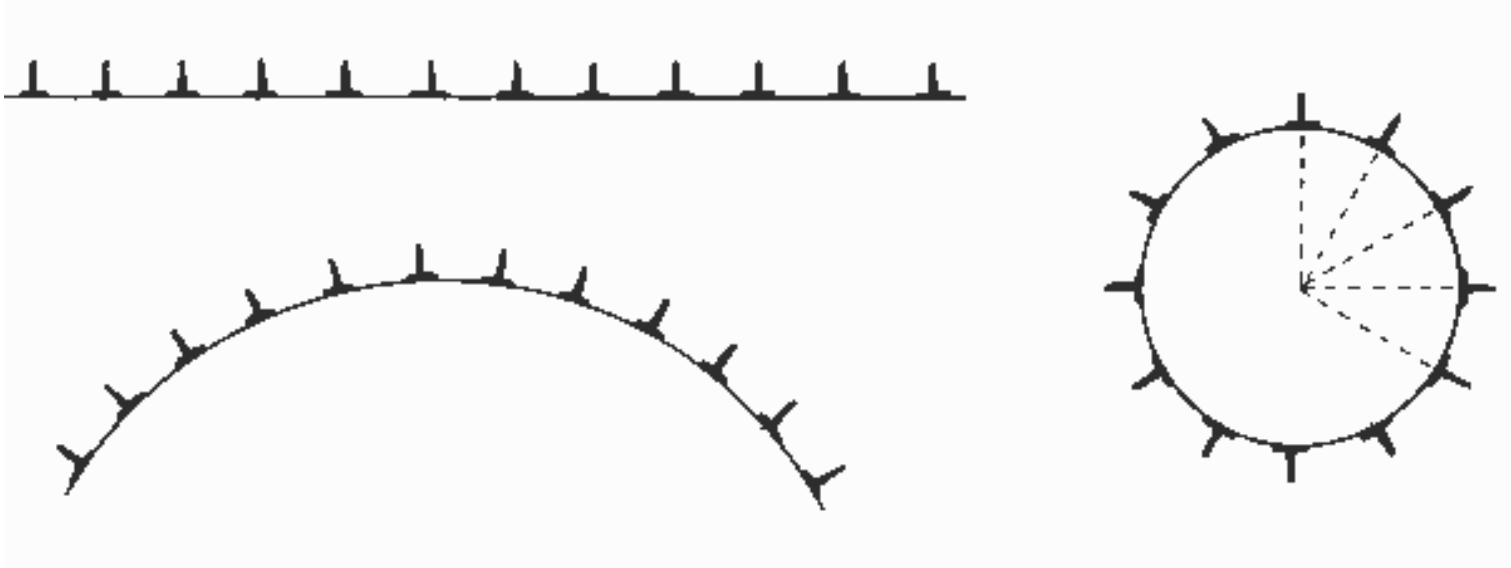


Figure 1

Osservando che tutti questi gnomoni rappresentano la direzione della verticale in ogni punto della Terra, chiedete loro cosa accade se prolungano questi bastoncini, mentalmente, fino in fondo alla Terra. Convergono tutti verso il centro del globo terrestre ! Lo si può verificare riprendendo l'esperienza precedente e sostituendo i bastoncini con aghi per fare la calza o spiedini.

I bambini concludono che la direzione della verticale in ogni punto della Terra punta verso il centro del pianeta, e pertanto che gli gnomoni, in due città distanti l'una dall'altra, non sono paralleli, ma che le loro due direzioni formano un angolo.

Disegnate sulla lavagna il cerchio-Terra e chiedete allora come disporrebbero su quest'ultima figura le città di Siene e di Alessandria utilizzando quello che sanno sulle misure di Eratostene.

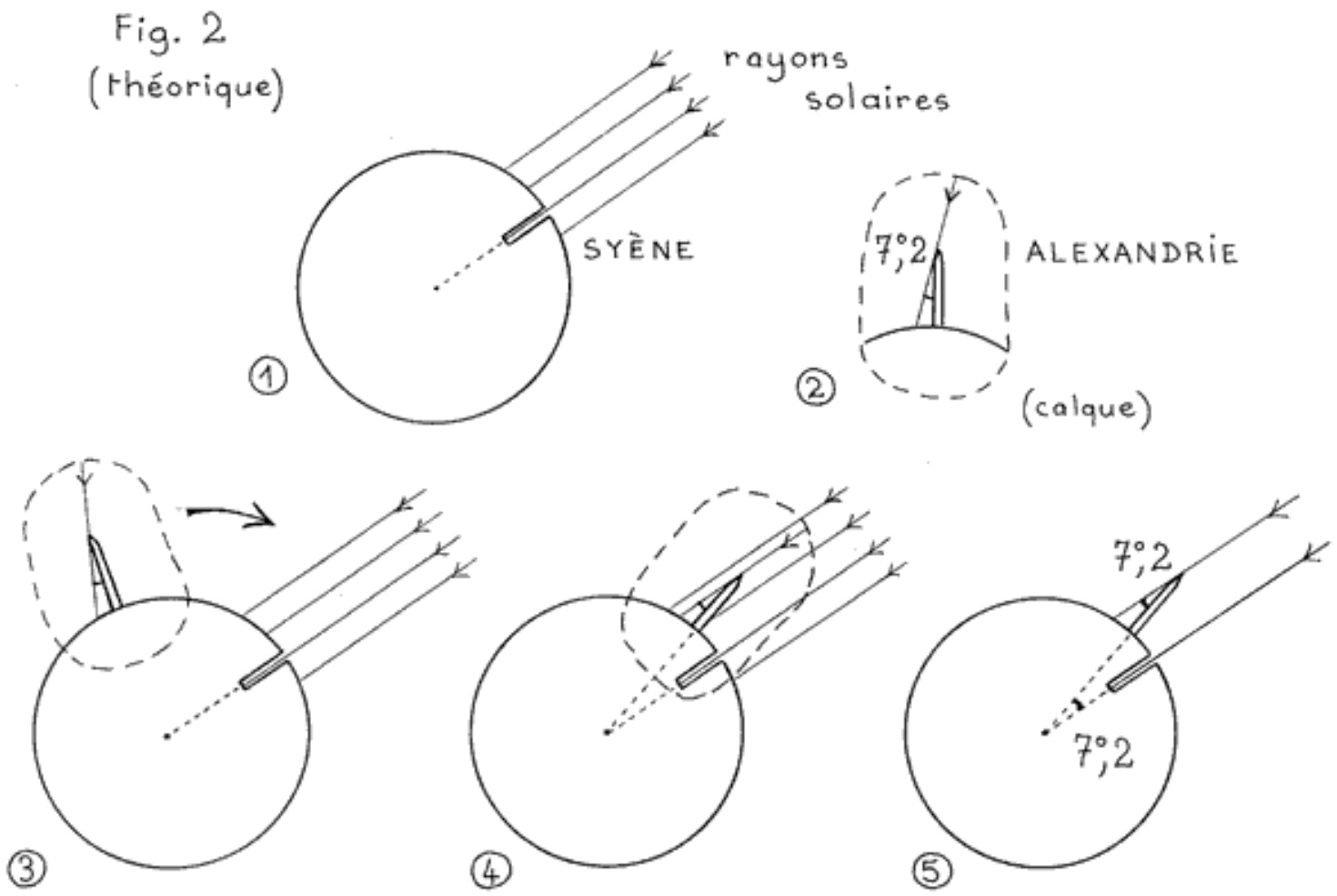
.

b - Scoprire il segreto di Eratostene

La domanda è difficile e li aiuterete a trovare la risposta che li condurrà alla celebre figura di Eratostene !

I brevi testi storici ci hanno raccontato che a Siene il 21 giugno, a mezzogiorno, i raggi del Sole raggiungevano il fondo dei pozzi e che gli oggetti verticali non avevano ombra. Seguivano dunque precisamente la verticale ! Su di un grande foglio di formato A4 o A3, gli alunni ridisegnano il cerchio-Terra come sul primo schizzo della figura 2. Tracciano diversi raggi del Sole (perfettamente paralleli fra di loro !) uno dei quali segue esattamente questa verticale.
(Si può iniziare tracciando su un grande foglio i raggi solari paralleli e ritagliando in un foglio di carta rigida colorato un cerchio-Terra, poi si fissa il cerchio-Terra sul foglio forandolo al centro e attaccandolo con un fermacampioni, a questo punto si fa girare la Terra fino a che i raggi del Sole cadono verticalmente a Siene).

Come mettere Alessandria ora ? Chiedete loro cosa misurò Eratostene questo stesso giorno e alla stessa ora ? "l'angolo fra i raggi del Sole e l'obelisco... dunque l'angolo che formano questi raggi con la verticale !" Ora non resta più che scoprire il valore di questo angolo (7.2 gradi) e fare uno schema come è indicato nella figura 2. I bambini utilizzeranno un foglio da ricalco sul quale tracceranno l'angolo di Alessandria, che faranno poi scorrere sulle loro figure fino a che il raggio che cade sull'obelisco sia parallelo agli altri.



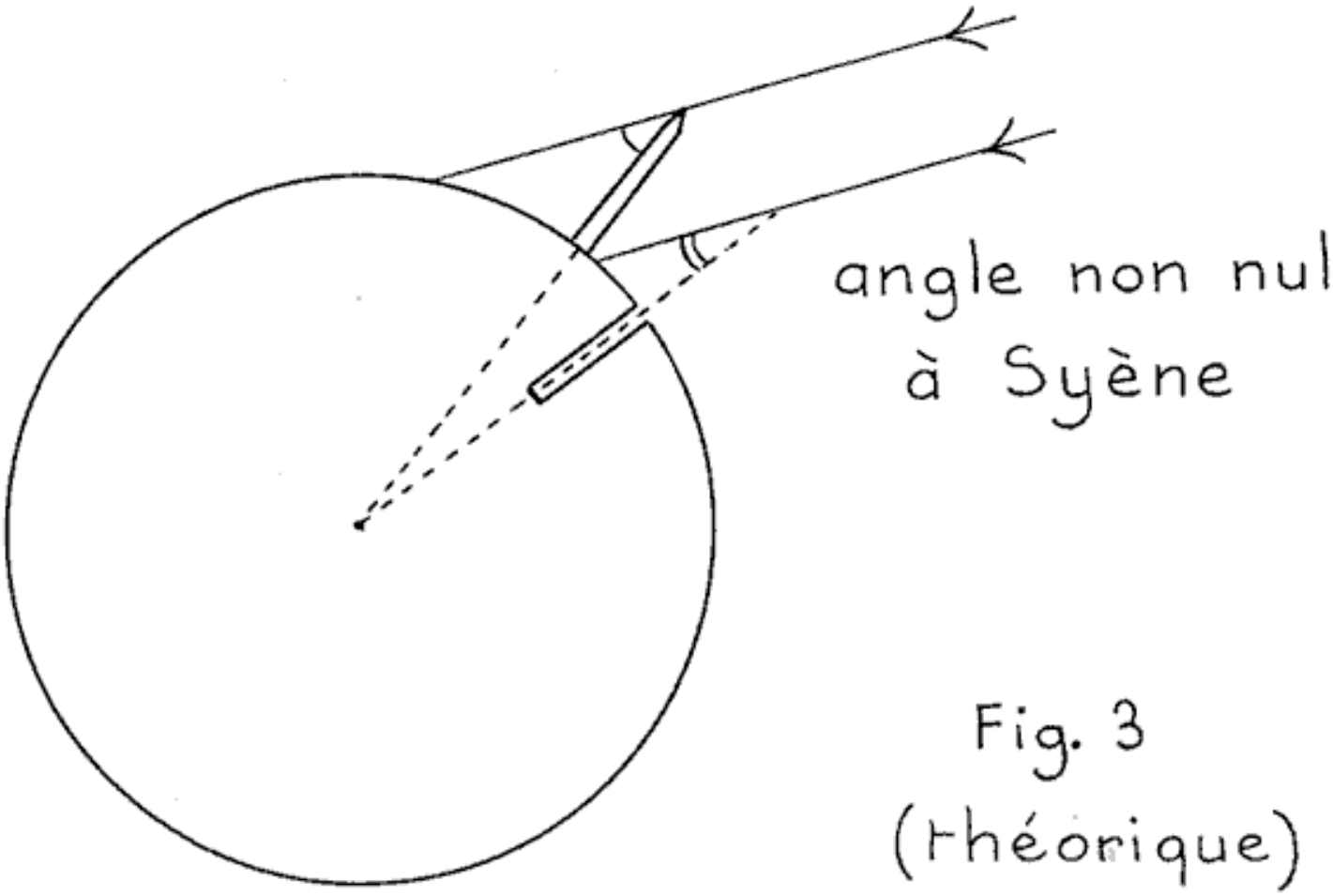
Il segreto di Eratostene:
Dopo aver segnato con la matita nera la posizione di Alessandria, gli alunni tracciano la verticale che passa attraverso questa città e raggiunge il centro della Terra. Chiedete loro cosa pensano dell'angolo fra questa verticale e quella di Siene. "Assomiglia stranamente a quello del settore angolare e dunque a quello misurato da Eratostene".

A questo punto, i bambini si precipitano a verificarlo rivoltando il foglio da ricalco e sovrapponendo l'angolo a quello della Terra. Funziona ! È dunque questo il segreto di Eratostene ! Fate verificare loro che per un altro valore d'angolo (il doppio per esempio), ottengono lo stesso risultato. Collocano la nuova Alessandria secondo un angolo di 14°, tracciano la verticale e misurano il nuovo angolo al centro della Terra. Possono anche servirsi del goniometro per effettuare queste verifiche.

Quindi, riprodurranno sul loro quaderno di esperienze la figura priva di tracciati inutili, fieri di averla riscoperta da soli. Annoteranno anche la conclusione che costituisce il famoso segreto di Eratostene: l'angolo misurato fra i raggi solari e la verticale ad Alessandria è esattamente l'angolo fra Alessandria e Siene misurato al centro della Terra. A questo punto vedranno apparire sulla loro figura la "Z di Zorro" che, senza alcun dubbio, li aiuterà a memorizzare questo incredibile risultato !

Domanda collaterale: cosa succederebbe a questi due angoli, se si facesse girare la Terra in modo che i raggi solari non siano più sulla verticale a Siene ? (fare girare leggermente il cerchio-Terra in senso antiorario).

I bambini fanno l'esperienza, ritracciano gli angoli e li confrontano, verificano allora che gli angoli non sono più uguali !!! Infatti, a Siene è comparso un altro angolo e questo cambia tutto.



Ricalcando i nuovi angoli comparsi a Siene e ad Alessandria fra i raggi e la verticale, i bambini scopriranno forse dopo qualche manipolazione che l'angolo fra le due città al centro della Terra (materializzato dalla prima sagoma realizzata) è uguale alla differenza degli angoli misurati nelle due città fra raggi solari e verticale (possono anche misurarli con il goniometro e cercare la relazione fra i tre angoli: a Siene, ad Alessandria e al centro della Terra fra le due città). Questo si osserva anche molto facilmente mediante dei ricalchi.

In questo modo, i bambini hanno semplicemente generalizzato la conclusione assumendo il caso (il più frequente !) in cui i raggi solari non cadono sulla verticale. Si affretteranno allora a prendere nota di questa scoperta nel loro quaderno, in quanto sarà loro molto utile per riprodurre la figura di Eratostene a partire dalle loro misure. (Osservate che quest'ultima conclusione è valida anche il 21 giugno fra Siene ed Alessandria, ma che uno degli angoli è nullo… la differenza è pertanto uguale all'angolo misurato ad Alessandria, semplicemente).

Ecco ora i vostri alunni armati per misurare la circonferenza della Terra in ogni modo possibile e immaginabile !

c- Misurare la lunghezza del meridiano che passa attraverso Siene ed Alessandria

Per mettere più facilmente in evidenza la regola di tre (o regola delle proporzioni), indispensabile al calcolo del meridiano, proponete ai vostri alunni di riflettere sul seguente scenario:

Immaginate che Eratostene abbia misurato un angolo diverso ad Alessandria. Immaginate che Siene e Alessandria siano in realtà situate su una Terra simile ad una torta tagliata, per esempio, in 8 fette uguali, e che le due città siano situate come indica la figura 4. Se si conosce la lunghezza del bordo di una fetta, come trovare la lunghezza della circonferenza completa di questa torta ?

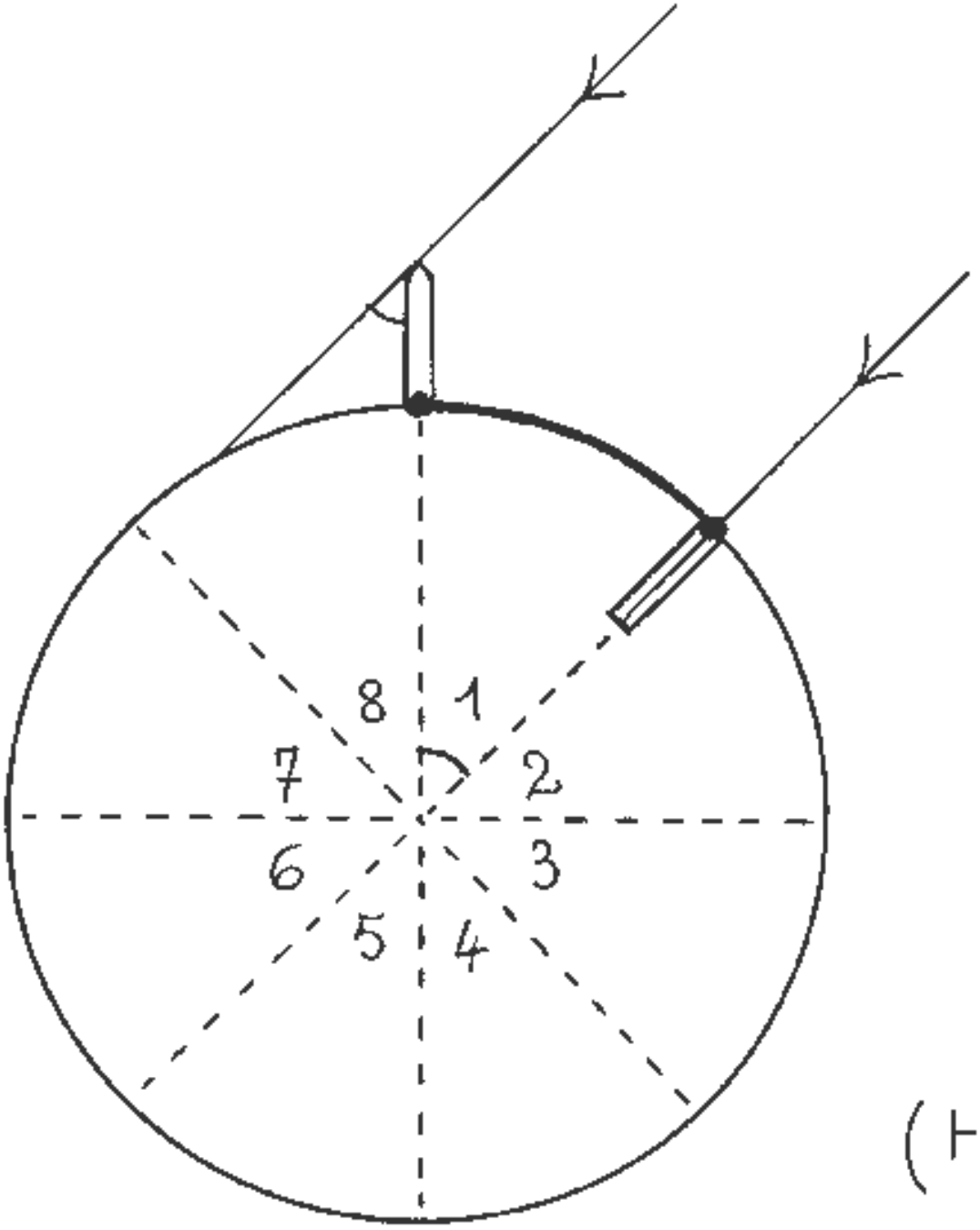


Fig. 4
(théorique)

"È facile, basta moltiplicare la lunghezza della fetta per 8 !" risponderanno. Ne siete proprio sicuri ? Potete proporre loro di verificarlo facendo un grande cerchio suddiviso in 8 sezioni uguali e

misurando con due pezzi di spago la lunghezza del perimetro intero. Troveranno allora un rapporto 8 fra le lunghezze dei due pezzi di spago.

È esattamente quello che si diceva Eratostene, ma quante "fette di torta" ci sono in realtà ?

Possono proporre diverse esperienze per tentare di scoprirlo. Potete formare dei gruppi per verificare le varie proposte :
- è possibile utilizzare la sagoma dell'angolo di 7,2 gradi e farlo girare attorno al centro della Terra per vedere quante fette si devono fare per riempire la Terra (o la metà della Terra, moltiplicando poi per 2 il risultato)
- è possibile utilizzare dello spago e confrontare la lunghezza del bordo della "fetta" di Siene-Alessandria (sulla vera figura realizzata in precedenza) e confrontare con la lunghezza la circonferenza completa della Terra
- coloro che preferiscono il calcolo divideranno 360 gradi (l'angolo giro) per 7,2 gradi (angolo al centro).

Troveranno esattamente un fattore 50 (almeno con il calcolo !).
Non resta più che da applicare le regole di proporzionalità poiché Eratostene ci dice che la distanza fra Siene e Alessandria equivale a 5 000 stadi egiziani. Si moltiplica per 50 e si trova... 250 000, precisamente !!! Come il grande scienziato greco. Ecco infine risolto l'enigma.

Ma, a proposito, quando valeva allora lo stadio egiziano ? Ultima ricerca che li condurrà nelle enciclopedie o sui motori di ricerca di Internet, troveranno la seguente equivalenza:
1 stadio egiziano = 157,5 m, il che porta la circonferenza della Terra a 39.375 km ! Confrontatelo subito con i valori trovati nei dizionari e vi accorgerete dell'incredibile precisione di questa misura.

2- Utilizzare i rilevamenti di un'altra scuola per misurare il proprio meridiano

Osservazione preliminare: vi invitiamo, se ne avete il tempo, a dare un'occhiata alle attività in opzione che permettono di introdurre le nozioni di paralleli e meridiani alla superficie del globo terrestre, particolarmente confrontando le vostre misure di angoli con quelle pubblicate dalle altre scuole. Se avete il tempo contato, potrete scegliere di definire in classe queste nozioni aiutandovi con un mappamondo e un planisfero . (Sessione opzionale: Orientarsi alla superficie della Terra)

a- Scegliere il vostro partner

Vi ricordiamo per prima cosa, in poche righe, gli imperativi da osservare perché quest'ultima tappa si concluda con successo:

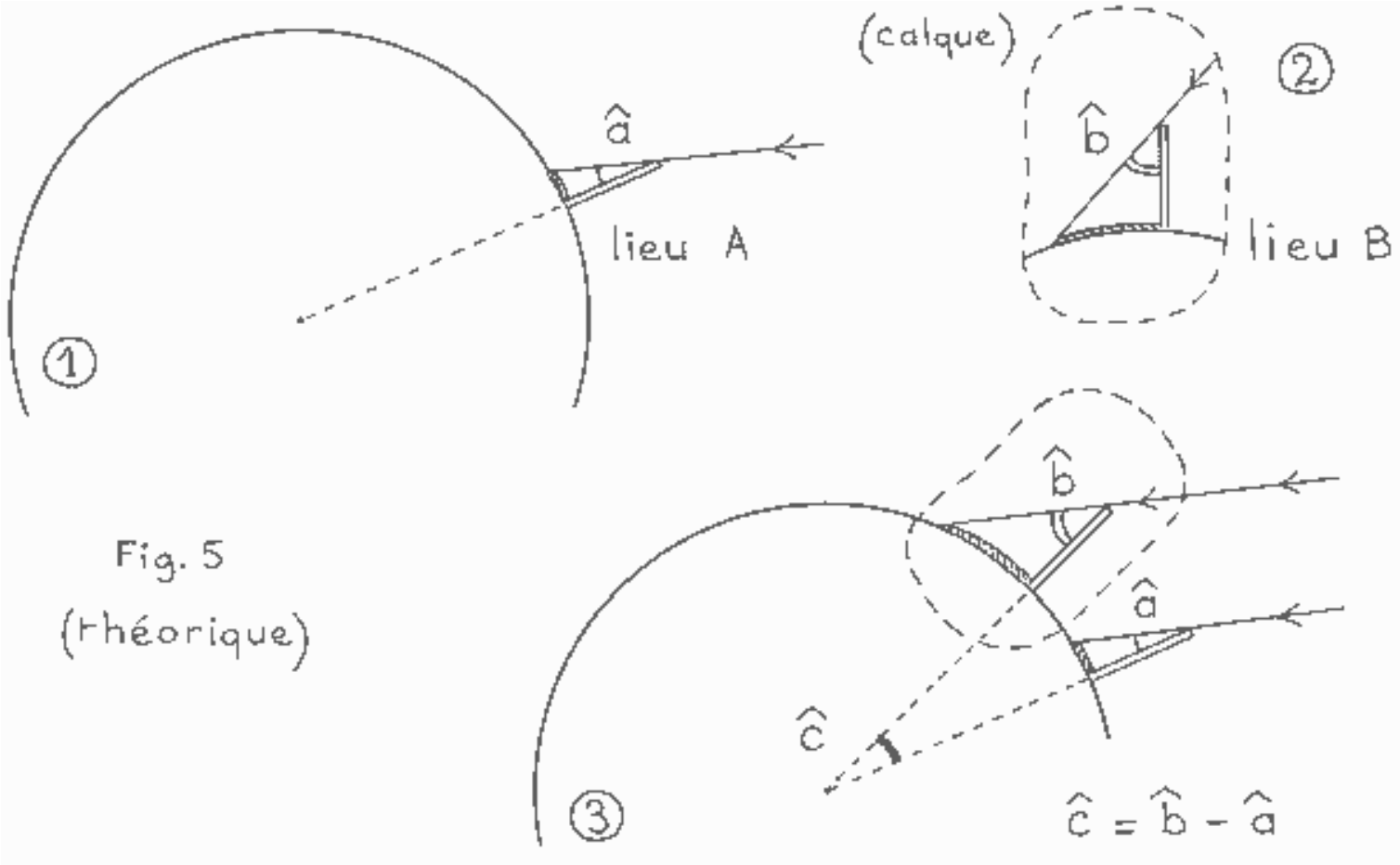
Dovete aver misurato l'ombra del vostro gnomone esattamente a mezzogiorno solare (è tollerata una differenza di 10 minuti, ma non di più !) ed aver dedotto da questa misura il valore preciso dell'angolo dei raggi solari con la verticale del vostro luogo.

Dovete aver pubblicato la o le vostre misure d'angolo nella tabella che abbiamo messo a vostra disposizione sul sito di La main à la pâte (http://www.mapmonde.org/eratos/measures.php?lang=it)

Dovete scegliere con gli alunni una scuola partner che abbia effettuato la propria misurazione lo stesso giorno a mezzogiorno solare (solo tollerati due giorni di differenza all'avvicinarsi del mese di giugno). Questo partner deve situarsi ad almeno 3 o 4 gradi di latitudine di differenza rispetto a voi. Prendete bene nota della direzione delle ombre perché alcune scuole vedono il Sole culminare a Nord a mezzogiorno, e dunque l'ombra puntare verso Sud, contrariamente alla maggior parte delle classi, che si trovano sul territorio europeo.

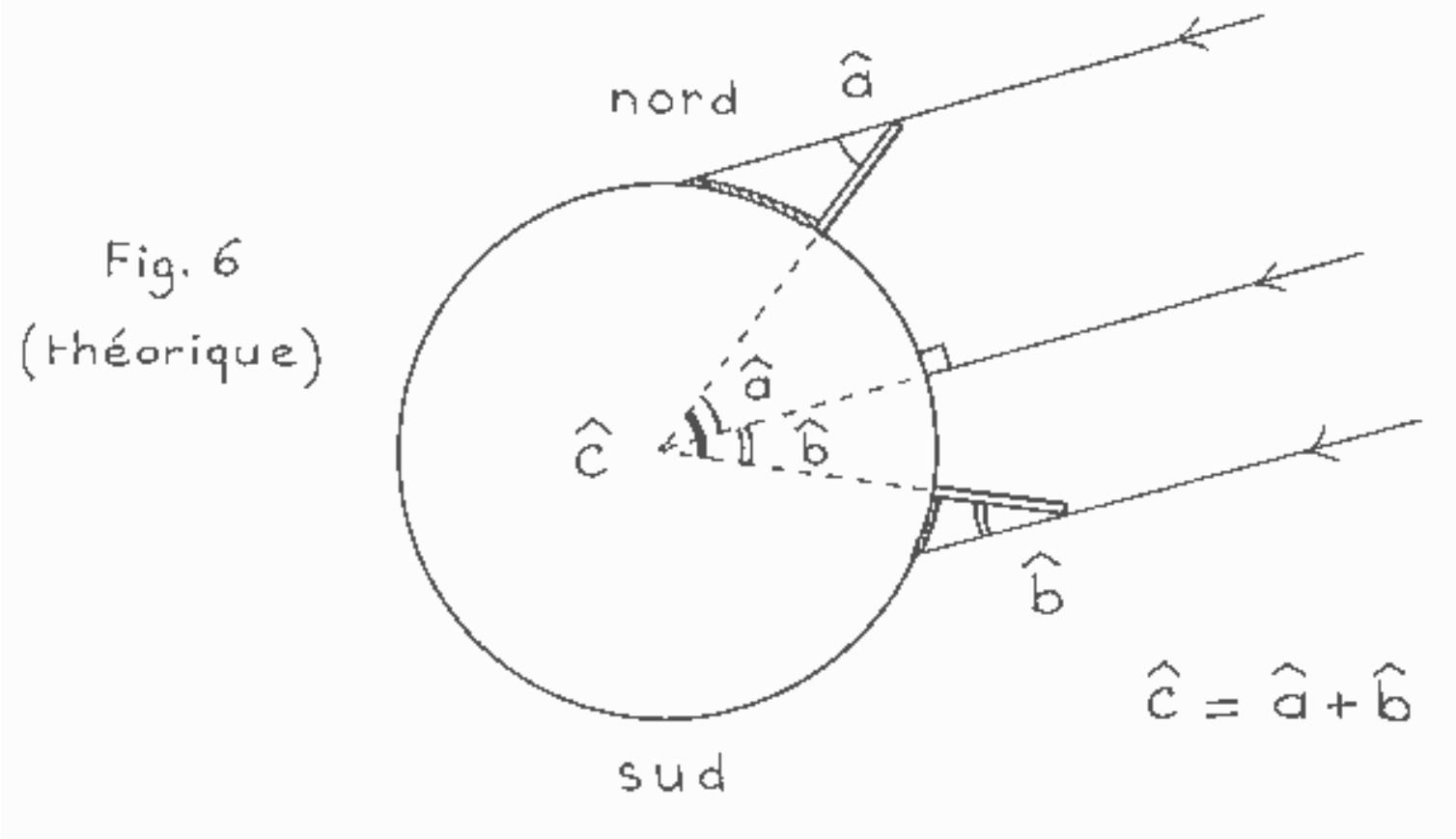
b- Realizzare la vostra " figura di Eratostene "

Ora si tratta di riprodurre la figura di Eratostene con la vostra città e quella della scuola partner scelta in base ai dati pubblicati nella tabella. I bambini realizzano, per un determinato giorno, lo schema della figura 5 secondo lo stesso principio di quello descritto in precedenza.



Chiedete loro di infilare il ricalco sotto la sezione della Terra. È importante che sia rappresentata da un grandissimo cerchio (o semicerchio) perché i due angoli differiranno solo di pochi gradi se i due partner si trovano in Italia.

Attenzione ! Alcune scuole situate nella zona intertropicale o nell'emisfero Sud vedranno l'ombra puntare verso il sud e dunque il Sole culminare a nord, nel momento del mezzogiorno solare. In questo caso, dovranno necessariamente precisare nella tabella la direzione verso la quale puntava l'ombra perché questo cambia il calcolo: riprendete le ultime riflessioni sulla figura di Eratostene e mettete una città nell'emisfero sud sullo stesso meridiano di Alessandria. Visto che l'ombra è invertita, chiedete agli alunni di tracciare l'angolo fra i raggi del Sole e la verticale di questa città (o di misurarlo) e quello fra questa città ed Alessandria contato a partire dal centro della Terra. L'obiettivo è, ancora una volta, trovare la relazione fra questi angoli: questa volta bisogna sommare i valori degli angoli per ritrovare l'angolo fra le due città al centro della Terra.



Per assicurarsene, si può tracciare il raggio solare che cade fra queste due città e passa dal centro della Terra: esso svolge il ruolo di Assuan poiché i raggi seguono la verticale. Separa in due porzioni l'angolo al centro della Terra fra le due città. Se si applica il principio di eguaglianza degli angoli scoperto con la coppia Alessandria e Assuan su questi due " sotto-angoli ", si trova che il primo angolo (superiore) è uguale a quello misurato nella città a Nord e il secondo all'angolo misurato nella città a Sud. Per ritrovare l'angolo intero bisogna aggiungere questi due " sotto-angoli ".

Riepiloghiamo: se le ombre delle scuole partner puntano nella stessa direzione (tutt'e due a Nord o tutt'e due a Sud), bisogna sottrarre gli angoli misurati fra i raggi del Sole e le verticali per ottenere l'angolo al centro della Terra. Se le ombre puntano nelle direzioni opposte, bisogna sommarli.

c- Misurare la distanza fra le città partner

Come nel caso di Eratostene trattato in precedenza, non resta più che da applicare la regola delle proporzioni per trovare la lunghezza del grande cerchio-Terra a partire dalla distanza fra le città. Dovete dunque conoscere questa distanza. Eratostene aveva scelto due città situate sullo stesso meridiano (approssimativamente) ma nel vostro caso il vostro partner ha scarse possibilità di trovarsi sullo stesso meridiano vostro (ossia alla stessa longitudine). I bambini dovranno ammettere questa volta che bisogna misurare la distanza fra i paralleli delle città partner e non la distanza diretta fra le città.

(Per convincersene, chiedetevi quale città immaginaria situata sul vostro meridiano misurerà lo stesso angolo del vostro partner: si tratta della città situata sullo stesso parallelo. La differenza ? Vedrà il Sole passare a mezzogiorno alla stessa ora della vostra e voi avete il diritto di metterla sulla vostra figura perché vi ricordiamo che si tratta di una sezione della Terra secondo un meridiano - il vostro, in questo caso).

Aiutatevi con una cartina stradale o un atlante per stimare a partire dalla loro scala la distanza fra i due paralleli. Le carte degli atlanti ed alcune cartine dell'Istituto Geografico Nazionale hanno il buonsenso di presentare alcuni tracciati di paralleli e meridiani, vi saranno molto utili. Fate attenzione alle proiezioni che, sui planisferi,

deformano i continenti e non rispettano le scale secondo le zone del globo terrestre !

d - Calcolare la lunghezza del vostro meridiano

Avete dunque tutti gli ingredienti per riuscire nel vostro calcolo, non resta più che da trovare il fattore di moltiplicativo che vi permetterà di passare dalla distanza tra i paralleli alla circonferenza totale del meridiano. Se lo desiderate, potete decidere di riprendere i metodi sviluppati nella parte 1 per ritrovare i risultati di Eratostene o fare una semplice regola di tre (o regola delle proporzioni) se i vostri alunni hanno ben capito il principio del metodo.

e - Calcolare il diametro della Terra

Nulla di più facile, avete misurato la circonferenza del nostro pianeta, quindi ora dovete soltanto dividere il famoso numero PI per trovare il diametro della nostra Terra, e il gioco è fatto !

All'epoca sua, Eratostene aveva trovato, per la circonferenza, esattamente 250 000 stadi. Questa cifra "rotonda" per davvero dimostra con ogni evidenza che egli non cercava la precisione, ma piuttosto un giusto ordine di grandezza. E fu un colpo da maestro poiché questo valore corrisponde a poco più di 39 000 km e dunque dà un diametro terrestre dell'ordine di 12 500 km.

I bambini potranno confrontare i loro risultati con quello di Eratostene e cercare nei dizionari o su Internet i valori misurati dagli scienziati (scopriranno del resto che la Terra non è perfettamente rotonda come una palla da biliardo ma che è appiattita ai poli e che il suo diametro polare è leggermente più piccolo del suo diametro all'Equatore). Potranno anche comunicare con la scuola partner tramite posta elettronica per discutere con i loro compagni dei loro eruditi calcoli.

Potrete ricominciare questa operazione tante volte quante solo le misure prese in sincronia con altre scuole. Se non è stata pubblicata nessuna misura alle stesse date delle vostre, potete a rigori utilizzare delle misure eseguite il giorno prima o l'indomani dei vostri rilevamenti (fra maggio e giugno) perché l'angolo che avete misurato varia pochissimo da un giorno all'altro.

Se esistono grandi differenze fra il vostro risultato e la realtà, cercate con i vostri alunni la possibile origine di questo o questi errori:
misure d'angolo imprecise, misura della distanza fra i partner imprecisa, etc. Pubblicate allora i vostri risultati sul nostro sito e discutetene via Internet con i vostri partner e con noi.

f- Pubblicare le vostre misure nella tabella che centralizza i risultati

La tabella di misure riservata alla vostra scuola nello spazio di lavoro Eratostene (http://www.mapmonde.org/eratos/measures.php?lang=it) dispone, da ora in poi, di una colonna per la misura del meridiano (n km). Vi basta scrivere il risultato del vostro calcolo in questa colonna per farlo comparire nella tabella di misure e renderlo in tal modo disponibile alle altre classi del progetto. Potete riferirvi alla guida d'uso dello spazio di lavoro (http://www.mapmonde.org/eratos/help.php?lang=it) per ottenere maggiori dettagli sulle modalità di pubblicazione.

g- Inviare una cartolina postale a tutti i partecipanti tramite il nostro sito

Al pari di Emmanuel di Folco durante il suo viaggio in Egitto, le classi sono invitate a pubblicare sul sito Eratostene una o più cartoline postali elettroniche in ricordo del progetto. Dopo essere state stampate, queste cartoline possono essere ritagliate e incollate in modo da ottenere una vera cartolina postale. Questa attività offre agli alunni l'opportunità di lasciare una traccia del loro periplo sui passi di Eratostene e di comunicare alle altre

classi i momenti forti delle loro scoperte.

Istruzioni per l'uso:
La cartolina postale è composta da quattro elementi che dovrete preparare prima di collegarvi al sito:
Un testo (massimo 10 righe e 100 parole)
Un'immagine (jpg ou gif, massimo 450 pixel di larghezza e 400 di altezza)
Una data: giorno / mese/ anno
Una didascalia (massimo 7 parole)

Quando questi documenti saranno pronti, appuntamento sullo spazio di lavoro Eratostene.
Vi si offrono tre opzioni:
Aggiungere una cartolina postale
Consultare o modificare cartoline postali
Istruzioni per l'uso

La prima voce dà accesso ad un formulario per pubblicare le vostre cartoline postali. Copiate il testo, la data e la didascalia negli appositi riquadri e selezionate il posto dell'immagine sul vostro computer mediante il pulsante Parcourir (Percorri). Non vi resta più che fare click su " Envoyer " (Invia) per registrare il vostro lavoro e renderlo accessibile al grande pubblico ! Il nome della vostra classe comparirà automaticamente nella firma della cartolina. Per visualizzare il risultato del vostro lavoro, utilizzate la seconda voce. Le cartoline postali di cui la vostra classe è autrice appaiono accompagnate da un link " Supprimer " (Elimina) e " Modifier " (Modifica). Questi link sono visibili solo per la vostra password e la vostra login. Attenzione, potete modificare solo il testo della cartolina. Se volete cambiare la sua illustrazione, dovete eliminare la cartolina ed aggiungere una nuova.

Consiglio :
Sullo schermo, la cartolina postale è divisa in due parti, una per il testo, l'altra per l'immagine e la didascalia. Incitate i vostri alunni ad illustrare la loro cartolina postale con un'immagine di gruppo della classe in presenza dello gnomone o con fotografie di attività particolari che sono loro piaciute.

Precauzioni :
Ogni messa on-line su Internet è giuridicamente una pubblicazione. Essa impegna dunque la responsabilità dell'autore, dell'editore e del diffusore. La pubblicazione delle fotografie in cui sono riconoscibili dei bambini deve essere per esempio autorizzata per iscritto dai genitori. Vi preghiamo pertanto di fare il necessario presso i genitori degli alunni che figurano sulle vostre fotografie o, cosa più semplice, di evitare le inquadrature in cui i bambini sono facilmente identificabili .

3- Ultima misurazione, il 21 giugno

Il 21 giugno è un giorno molto speciale perché è quello in cui Eratostene eseguì la propria misurazione. Inoltre, sappiamo che in questo giorno di solstizio d'estate nell'emisfero Nord, il Sole passa esattamente allo zenit ad Assuan al mezzogiorno solare, poiché Assuan è situata sul Tropico del Cancro. Come Eratostene, vi incoraggiamo a terminare questo progetto effettuando una misura il 21 giugno (se il Sole vuol stare al gioco !). In questa epoca si svolgono numerose feste: sarà l'occasione di organizzare uno stand " Misura in diretta delle dimensioni della Terra " !

Come avrete senz'altro notato in questi giorni, nei vostri rilevamenti, l'angolo varia sempre più impercettibilmente da un giorno all'altro man mano che ci avviciniamo al solstizio. Nella settimana attorno al solstizio questa variazione sarà del tutto trascurabile, il che significa che delle misure prese fra il lunedì 17 giugno e il martedì 25 saranno perfettamente valide ! Dunque, per non rischiare una grossa delusione il giorno stesso del solstizio, qualora non si possa procedere al rilevamento per cattive condizioni atmosferiche, prevedete un rilevamento a

partire dal 18 e 19 giugno (e fino al 25, eventualmente).

Ecco di che permettere a tutte le classi impegnate di partecipare a questa misura storica !

Sarete allora tutti sicuri di avere un partner di scelta, poiché l'angolo dei raggi solari con la verticale ad Assuan è nullo, in quel giorno. I nostri partner egiziani di Alessandria ed Assuan ci hanno peraltro promesso di unirsi alla festa realizzando dal canto loro una misurazione simultanea. E' dunque l'occasione di rifare questa storica osservazione con i vostri alunni. Basterà stimare la distanza fra la vostra città e il parallelo sul quale si trova Assuan, ossia la vostra distanza dal Tropico del Cancro. Inoltre, il vostro scarto angolare al tropico (che corrisponde all'angolo che misurerete in quel giorno) è sufficientemente alto perché la precisione delle vostre misure vi permetta di ottenere facilmente una buona stima del diametro terrestre. Non perdete l'occasione di rifare questa favolosa esperienza il 21 giugno!

Sessione opzionale (Sequenza 5)

Orientarsi alla superficie della Terra

Nuova tappa sul cammino di Eratostene: dopo aver eseguito le vostre prime misurazioni "serie" e precise, potrete confrontare il vostri risultati con quelli delle scuole partner. Prima, però, dovrete familiarizzarvi con le coordinate geografiche che vi permetteranno tra l'altro di localizzare le altre scuole sul territorio.

Durata: 2 sessioni

Nozioni trattate: nozioni di cartografia, latitudine e longitudine, fusi orari.

Materiale :

Per il gruppo classe:
Una carta dell'Italia murale
Una cartina stradale della vostra regione
Un foglio A3
Un foglio di plastica trasparente

Per un gruppo di quattro alunni:
Una carta del vostro territorio (paese, isola) su un foglio A4
Un foglio A4 a quadretti
Un oggetto sferico (globo, palla da tennis, boccia, arancia)
Un settore angolare

Introduzione

Potete avviare questa sessione ricordando ai vostri alunni il principio dell'operazione. Quasi 150 classi (http://www.mapmonde.org/eratos/schools.php?lang=it) che si trovano in 17 paesi realizzano le stesse misurazioni di voi. A partire da diverse misurazioni d'angolo e della distanza che vi separa dai vostri partner, potrete tra non molto, come fece Eratostene, calcolare il diametro della Terra. Di fronte a questo elenco di nomi, per lo più sconosciuti, il primo obiettivo è quello di localizzare questi partner.

Indice della sequenza:

1) Localizzazione nel piano: i dintorni della vostra scuola
2) Spazio curvo: dal locale al globale

1) Orientamento nel piano: il vostro vicinato

Classe intera

Per familiarizzare i vostri alunni con le nozioni di localizzazione, incominciate con il localizzare con loro i paesi, le città, i monti o i monumenti che si trovano nei pressi della vostra scuola che conoscono bene. Fissatene la lista e proponete loro di realizzare una mappa della zona (Potrete aiutarvi, ad esempio, con una cartina stradale).

Mettete la vostra scuola al centro di un foglio A3 e chiedete ai bambini come collocare su questa nuova cartina gli elementi della lista che avranno definito. Come disegnare una cartina che sia il più fedele possibile alla realtà ?

Dopo aver deciso con loro una scala, chiedete ai bambini cosa occorre sapere su ogni sito per metterlo sulla cartina. Qual è per loro il modo più semplice e più veloce di collocare l'insieme dei siti sulla nuova cartina?

Possono presentarsi due diverse strategie:

- per gli uni, stabilire la distanza che li separa dalla vostra scuola sarà sicuramente la prima fase. Poi cercheranno la direzione nella quale si situa il punto da mettere sulla cartina.
- altri avranno forse voglia di fare una quadrettatura e disporre semplicemente i siti come delle pedine su un gioco di scacchi o di dama.

In gruppi di 4-5 alunni

Potrete così suddividere la vostra classe in più gruppetti di alunni, ognuno dei quali sperimenta una di queste strategie.

Prima strategia:

Poiché i bambini non conoscono tutte le distanze messe in gioco, benché ne abbiamo spesso una vaga idea per via dei loro spostamenti quotidiani, vi aiuterete con la vostra cartina stradale locale e calcolerete grazie al vostro fattore di scala le distanze corrispondenti sul vostro foglio. Ovviamente, questo non basta. Bisogna anche sapere in quale direzione si trova il sito. Per una localizzazione inizialmente approssimativa, potrebbero mettere i 4 punti cardinali. Sapere se un paesino vicino si trova a nord o a sud è già una prima tappa. Ma come fare per essere ancora più precisi? Forse alcuni si ricorderanno di esperienze svolte con settori angolari.
Basta infatti ritagliare un settore, uno dei lati del quale sarà una direzione fissa che servirà da riferimento (direzione NS o EO) e l'altro sarà la linea che unisce la vostra scuola ad uno dei siti. A partire dalla cartina stradale, gli alunni potranno ritagliare tanti settori angolari quanti sono i siti elencati, scegliendo come punto di riferimento uno dei punti cardinali (che naturalmente può essere diverso per ciascun sito). I bambini avranno cura di annotare su ciascuno dei due lati del settore il nome del sito, la sua distanza dalla vostra scuola e la direzione scelta come riferimento. Dopo di che basterà riportare questi settori sul loro foglio.

Seconda strategia:

I bambini dovranno anche loro determinare due coordinate che non saranno più la distanza e la direzione, ma due distanze: una "orizzontale" e l'altra "verticale", corrispondenti al numero di quadretti nelle due direzioni della loro quadrettatura. Dovranno dunque fare due quadrettature: una sulla cartina stradale e

l'altra sul loro foglio con una corrispondenza di scala. Potranno poi collocare i siti più o meno precisamente, in base alle dimensioni delle loro quadrettature.

In questo modo, rappresenterete, con la scala che avrete scelto, la zona in cui si trova la vostra scuola e potrete anche orientare questa nuova cartina nella vostra classe, con una bussola !

Scelta del metodo migliore:

Chiedete ai vostri alunni qual è il migliore metodo per realizzare queste cartine, dal punto di vista della facilità e della rapidità. Lasciateli dibattere. Chiedete loro, adesso, di immaginare di doversi recare in uno dei luoghi che hanno rappresentato sulla loro cartina (che non sia la vostra scuola). Domandate ad un bambino di spiegare ad uno dei suoi compagni la strada da fare sulla sua cartina (e con il suo metodo) per andare da questo nuovo punto ad un terzo sito. Qual è ora la migliore cartina per trovare facilmente la strada?

Con la prima strategia, bisogna ricominciare: misurare la distanza fra questi due nuovi luoghi e misurarne precisamente la direzione. Bisogna dunque rifare il lavoro daccapo! Mentre con il secondo metodo basta indicare il numero di quadretti per il quale bisogna spostarsi orizzontalmente e verticalmente, è veramente molto più facile! Saranno presto convinti dell'efficacia di questo sistema di coordinate, che si chiamano "cartesiane" (mentre le altre sono dette "polari").

Su scala del paese:

Appendete alla lavagna una cartina murale dell'Italia (del vostro paese o della vostra isola) e preparate un foglio di plastica trasparente (copertina per i libri, carta d'imballaggio da fioraio,...) di pari dimensioni. Distribuite ad ogni gruppo un foglio A4 sul quale figurano solo i contorni del territorio rappresentato alla lavagna (foglio di carta vergine).

Incominciate col segnare i 4 punti cardinali sulle cartine.
A partire dalla cartina murale, elencate e individuate con i bambini le città più note, e mettete un adesivo sul punto in cui si trova la vostra città o il vostro paese.
Chiedete loro di trovare ora un sistema facile per localizzare queste città sulla cartina. Come definire la loro posizione ?
Nessuna esitazione: diranno tutti la quadrettatura, è l'occasione di fare della battaglia navale uno strumento pedagogico (il che non è molto frequente !!!). Ogni casella potrà essere contrassegna da una lettera e da un numero.
Quindi, in un primo tempo, disegnerete con loro una quadrettatura che sovrapporrete alla cartina murale per individuare la posizione delle principali città o vette delle catene montagnose. I bambini saranno portati ad interrogarsi sulle dimensioni di questo reticolo. Decideranno loro stessi i parametri da adottare, quindi dovranno riprodurre sul foglio del gruppo questa quadrettatura per segnare i punti della cartina nel modo più preciso possibile.

Quanti quadretti in altezza ? In larghezza ? O quale dimensione di quadretto ?
Quale forma: quadrata o rettangolare ? Quale numerazione adottare ? In quale senso ? Quale origine scegliere ? Come far corrispondere le due quadrettature ? Lasciateli discutere su ognuno di questi punti man mano che sorgeranno gli interrogativi. I gruppi che avranno optato per il primo metodo saranno naturalmente avvantaggiati e potranno aiutare gli altri nelle loro scelte.

Osservazioni: Come si incrociano le linee che formano questa quadrettatura ? quali sono le loro direzioni?

2-Spazio curvo: dal locale al globale

In gruppi

In questa seconda parte, cercherete di arrivare progressivamente alla costruzione della rete di meridiani e paralleli che definiscono le coordinate geografiche utilizzate per orientarsi sulla superficie della Terra.

Come applicare ora al globo terrestre quello che hanno appena realizzato? Distribuite agli alunni delle fotocopie della quadrettatura che avrete preparato e degli oggetti sferici: palle da tennis, bocce, arance, ... Chiedete loro di cercare di applicare questa quadrettatura sulle sfere. Quali sono le difficoltà ?

Come inventare una quadrettatura adatta a questa nuova geometria? Quali forme prendono le linee della quadrettatura piana quando si avvolgono attorno ad una sfera ?

Verso un nuovo punto di riferimento.

Ogni gruppo avvolgerà la carta quadrettata attorno ad una sfera. Prima formando un cilindro, a questo punto i bambini osservano che le linee che prima erano parallele diventano dei cerchi. Per applicare l'insieme della quadrettatura alla sfera, devono piegare questo cilindro alle due estremità come una carta da caramella. Osservano allora che le linee che erano verticali si stringono e convergono tutte verso due punti diametralmente opposti.

Poiché è impossibile applicare perfettamente la superficie del foglio sulla sfera, i ragazzi prendono ora un'altra sfera sulla quale si eserciteranno a disegnare con un pennarello questo strano reticolo di linee, creando così una nuova quadrettatura che tenteranno di disegnare nel modo più regolare possibile.

Il reticolo piano si richiude su se stesso sulla sfera. Tutte le linee rette sulla carta diventano dei cerchi; cerchi di diametro variabile e paralleli fra di loro per le linee orizzontali, cerchi di uguale diametro a quello della sfera e che si intersecano tutti in due punti per le linee verticali. Potete interpretare con loro questo nuovo disegno, tagliando per esempio una di queste sfere (sarà facile se usate dei frutti, la buccia dell'arancia si presta particolarmente bene a questo gioco !). Taglio a fette o a spicchi per i cerchi di diametro uguale, taglio a corone o a rondelle per i cerchi paralleli.

Infine, assegnate con loro una numerazione alle fette e ai cerchi come per la quadrettatura piana, e questo punto possono fare una bella battaglia navale su scala planetaria ! Se l'assenza di Sole vi ha ritardato nell'organizzazione delle sequenze, accontentatevi di presentare loro la quadrettatura utilizzata per la Terra a partire da un mappamondo. I due punti di convergenza delle linee verticali corrispondono al polo nord e al polo sud. Osservate che la numerazione delle caselle sul mappamondo è stata sostituita da una graduazione dei cerchi in gradi (come su un goniometro). Badate anche a far notare loro le nuove origini: lo zero della scala "verticale" sull'equatore e quello della scala "orizzontale" su una linea che si chiama "meridiano di Greenwich", che attraversa la Francia passando non lontano da Parigi.

Potrete introdurre il vocabolario associato a questa nuova quadrettatura non appena queste nozioni saranno abbastanza chiare per loro: meridiano, parallelo, equatore, longitudine e latitudine. Per familiarizzarli ulteriormente con queste nozioni, fate loro mettere su una carta dell'Italia la vostra scuola e le scuole con le quali eseguirete la vostra misurazione servendovi della latitudine e della longitudine che

sono indicate nella tabella del sito de La main a la pâte (nuovo link: http://www.mapmonde.org/eratos/schools.php?lang=it). Questo esercizio applicato alla vostra regione può naturalmente declinarsi all'infinito in base alla vostra voglia e al tempo che avete a disposizione. Per una volta tanto, la presenza del Sole non sarà necessaria !

Ora siete sufficientemente armati per attaccare il confronto delle vostre misurazioni con quelle dei vostri partner e per misurare, infine, il diametro terrestre. Se avete più tempo, vi proporremo di approfondire queste nozioni di longitudine/latitudine riflettendo con i vostri alunni sulla nozione di "ora" tutt'intorno al nostro pianeta.

Progetto

Post-test: questionario per gli alunni

Premessa

L'operazione Eratostene volge al termine… Speriamo che i vostri alunni abbiamo pienamente approfittato di tutte queste attività appassionanti che li hanno portati a "misurare la Terra" a partire da un semplice bastone verticale !

Per valutare le nuove nozioni assimilate rispetto all'"inventario" iniziale fatto a partire dal pre-test, vi proponiamo un post-test: esso riprende semplicemente il contenuto del pre-test al quale abbiamo aggiunto due domande, una sulla celebre figura di Eratostene, l'altra sulle coordinate geografiche.

Modalità pratiche

Durata prevista: secondo le capacità dei vostri alunni, una sessione di 45 minuti, oppure due sessioni di circa 30 minuti (ma occorrerà che gli alunni molto lenti possano terminare ulteriormente).

Matériale :

Per ogni alunno:
i fogli del questionario ed alcuni fogli bianchi
per i disegni richiesti in alcune domande;
matita nera, gomma, bustina di matite colorate
o di pennarelli.

PROGETTO: “ SUI PASSI DI ERATOSTENE ”

17 domande per fare il punto sulle tue conoscenze in alcuni campi
Prima di rispondere ad una domanda, incomincia col leggerla fino alla fine.
Quando devi scegliere una risposta fra le varie proposte, fai un cerchietto attorno alla risposta che consideri giusta con la matita nera.
Quando devi rispondere con un disegno, fallo su un foglio a parte scrivendo per prima cosa il numero della domanda su questo foglio.

1 – Mettiamoci all'ombra !

Hai già osservato delle ombre ? Cerca di disegnare l'ombra di un bastone al sole (questo bastone è piantato per terra). Fai poi la stessa cosa con tre bastoni piuttosto distanti gli uni dagli altri.

2 – La lavagna è di traverso ?

Verticale, orizzontale: fai un disegno per illustrare queste due parole. Traccia per prima cosa una linea per rappresentare il suolo, poi disegna, come se vi fosse posato sopra, un oggetto verticale, e quindi un altro, ma orizzontale.

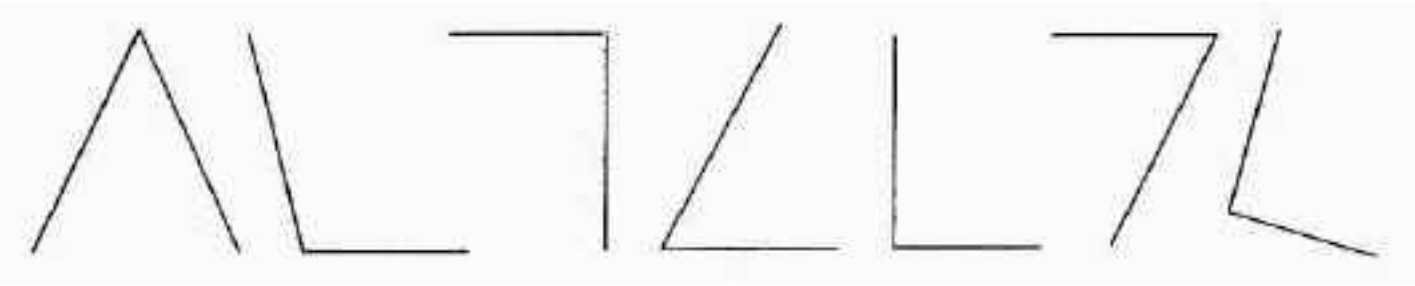
Puoi nominare (e disegnare ?) due strumenti che permettono di verificare:

- la verticalità del primo oggetto: _____

- l'orizzontalità del secondo oggetto: _____

3 – All'angolo della mia strada

Forse sai già cos'è un angolo e forse anche cos'è un angolo retto ? Fra gli angoli illustrati qui sotto, fai un cerchietto attorno a quelli che riconosci come angoli retti.



Sai come si chiama un angolo "meno aperto" dell'angolo retto ?

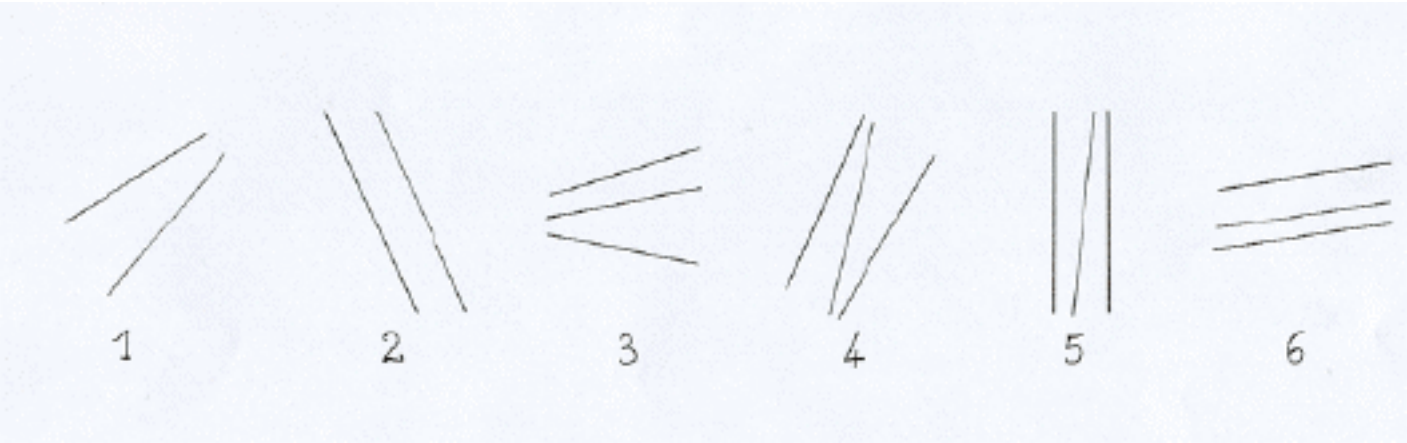
Si dice che è un angolo_____

Conosci lo strumento che serve a misurare "l'apertura" di un angolo ?

Si chiama il _____

4 – Prendiamo la strada parallela alla tua...

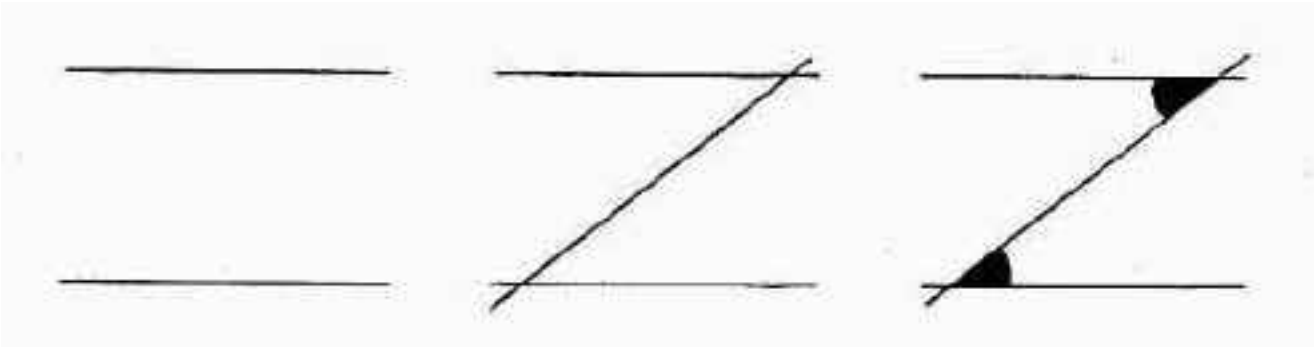
Hai già sentito parlare di "rette parallele" ? Anche se non è così, potrai forse trovare di cosa si tratta osservando bene questi "gruppi" di linee rette:



Se pensi di averli trovati, fai un cerchio attorno ai "gruppi" di rette parallele che figurano sul disegno.

5 – Z come Zorro

Guarda le tre fasi della costruzione di questa strana “ Z ”:



I due angoli colorati di nero

hanno una particolarità: quale ? _____

Si potrebbe verificarla, come ? _____

6 – Ciao, Terra !

Quale forma ha la Terra ? (Disegnala su un foglio)

Come fai a saperlo ?_____A quale oggetto ti fa pensare ? _____

7 – Ancora bastoni !

Riprendi il disegno della Terra che hai appena fatto e aggiungi, sul contorno, tre bastoncini piantati per terra come dei pioli, ma molto lontani gli uni dagli altri.

8 – La Terra si è messa al sole

Disegna la Terra come immagini che la si possa vedere dallo spazio, con dei continenti per esempio, ma anche con il Sole che la illumina. Se vuoi mostrare che da qualche parte fa notte sul tuo pianeta, colora accuratamente questa zona in nero.

9 – È il giorno e la notte !

Fra queste 4 frasi, circonda quella (o quelle) che spiega (spiegano) in modo corretto perché, secondo te, ora fa giorno, ora fa notte per i Terrestri (puoi fare un cerchio attorno a diverse risposte)

1) La Terra gira attorno al Sole

2) Il Sole gira attorno alla Terra

3) La Terra gira su se stessa

4) La Terra gira su se stessa e attorno al Sole

10 – Un venticello che spira da ovest

Ecco la carta dell'Italia con, accanto, quella che si chiama una rosa dei venti , essa indica la direzione dei quattro punti cardinali che sono:

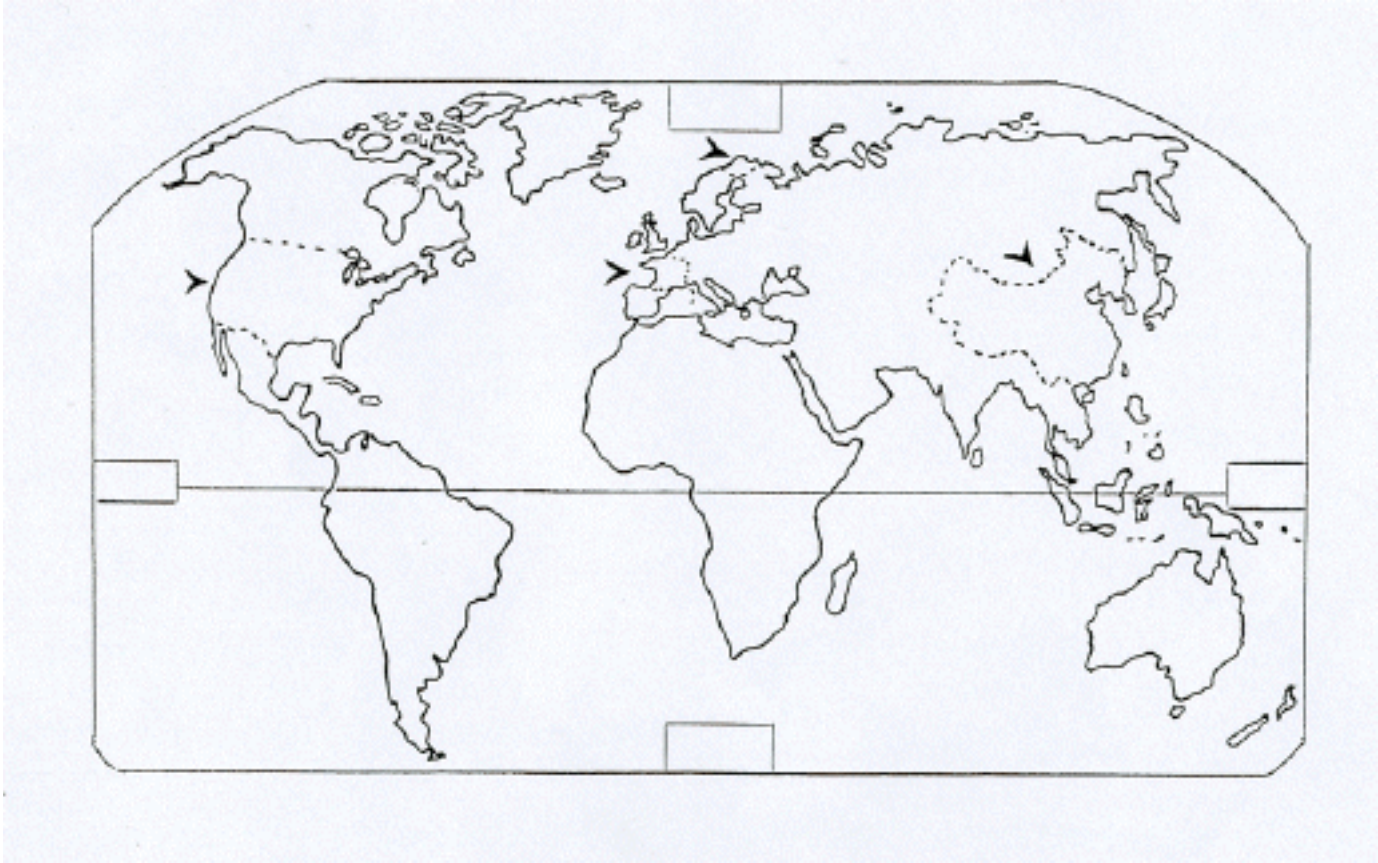
il nord (N) il sud (S) l’est (E) l’ovest (O)

Scrivi l'iniziale di ognuno di questi punti (la sua lettera maiuscola) al posto giusto, all'estremità di una punta della rosa dei venti.
Sulla carta, si individua il luogo in cui si trova la scuola: scegli una zona più a nord di questo luogo e scrivi nord, una zona più a sud e scrivi sud, etc.

11 – Percorrere il vasto mondo

Ecco una carta che rappresenta i cinque continenti: si chiama un planisfero. Scrivi il nome dei quattro

punti cardinali nei quattro rettangoli. Localizza l'Italia, gli Stati Uniti, la Cina, la Lapponia colorandoli con un colore diverso per ognuno di loro.



A tuo parere, gli Stati Uniti si trovano:

- a ovest dell'Italia

- ad est dell'Italia

A tuo parere, l'Italia è:

- a ovest della Cina

- ad est della Cina

12 –È ora di alzarsi o di coricarsi ?

Se fa notte in alcuni paesi mentre fa giorno in altri, allora significa che l'ora non è ovunque la stessa nella Terra. Quando i bimbi Italiani si alzano di mattina, altri bambini nel mondo vanno a letto:

Puoi dire quali ?
Sono i piccoli Americani che vanno a coricarsi
Sono i piccoli Cinesi che vanno a coricarsi
Sono i piccoli Esquimesi della Lapponia (Europa Settentrionale) che vanno a coricarsi.

13 – Anche il Sole si alza !

Sai in quale direzione si vede sorgere il Sole ?

a nord a sud ad est ad ovest

Sai in quale direzione si vede tramontare il Sole ?

a nord a sud ad est ad ovest

14 – Ho il Sole in faccia !

Immaginati ora in piedi, di fronte al mare (o di fronte ad una grandissima pianura), con il Sole davanti a te, in alto nel cielo. In quale momento del giorno lo puoi vedere così ? _____

In quale direzione può essere, in questo momento ? _____

Disegna una linea che raffigura l'orizzonte e poi, in mezzo ad essa e in alto, il Sole nel cielo.

Traccia il percorso del Sole dalla mattina, all'alba, fino alla sera, al tramonto.
In base alle tue risposte alle domande 13 e 14, cerca di collocare i quattro punti cardinali.
Per terminare, metti delle frecce sul percorso del Sole.

15 – Nel corso dei giorni, delle notti e delle stagioni

Sai perché in Italia le notti sono più lunghe d'inverno che non d'estate ?_____

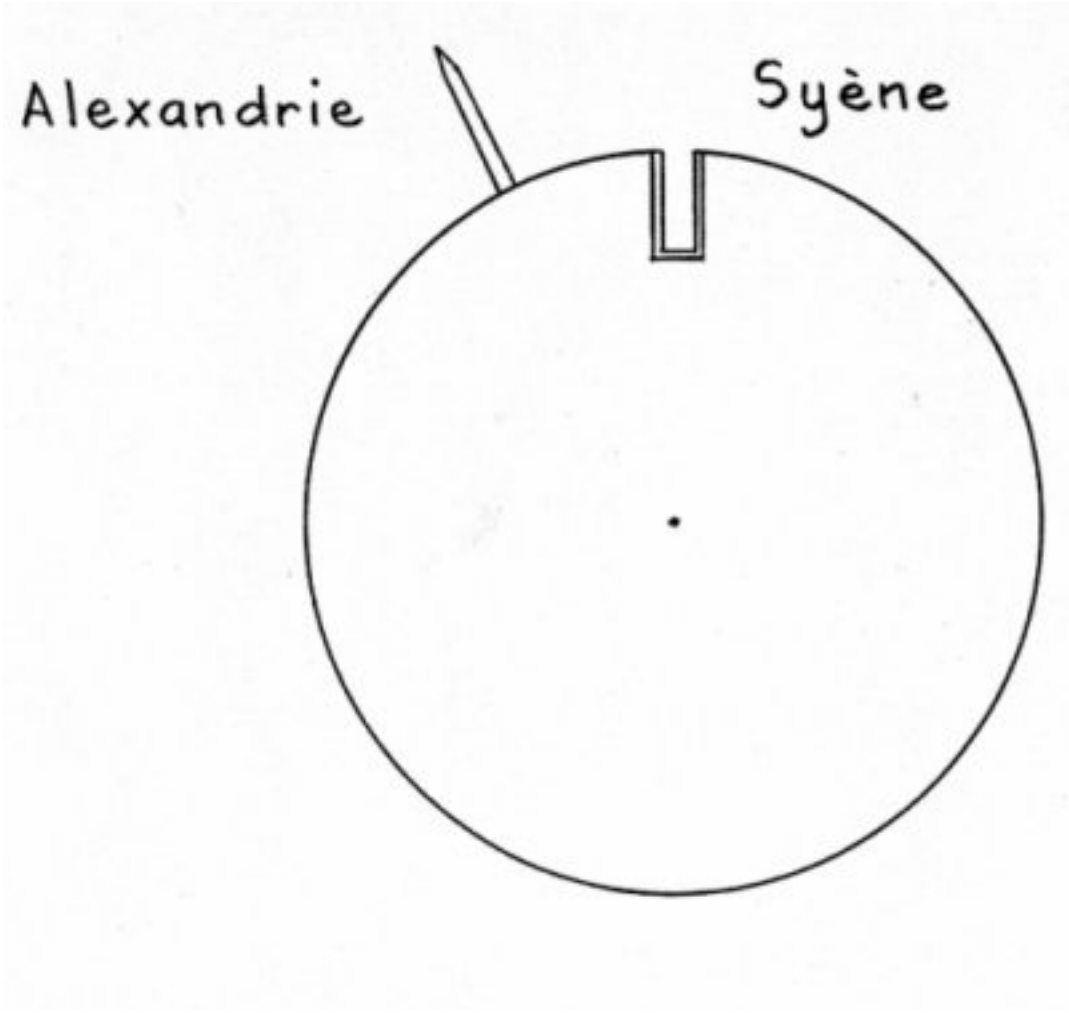
_____

Sai perché fa freddo d'inverno e caldo d'estate ? _____

_____

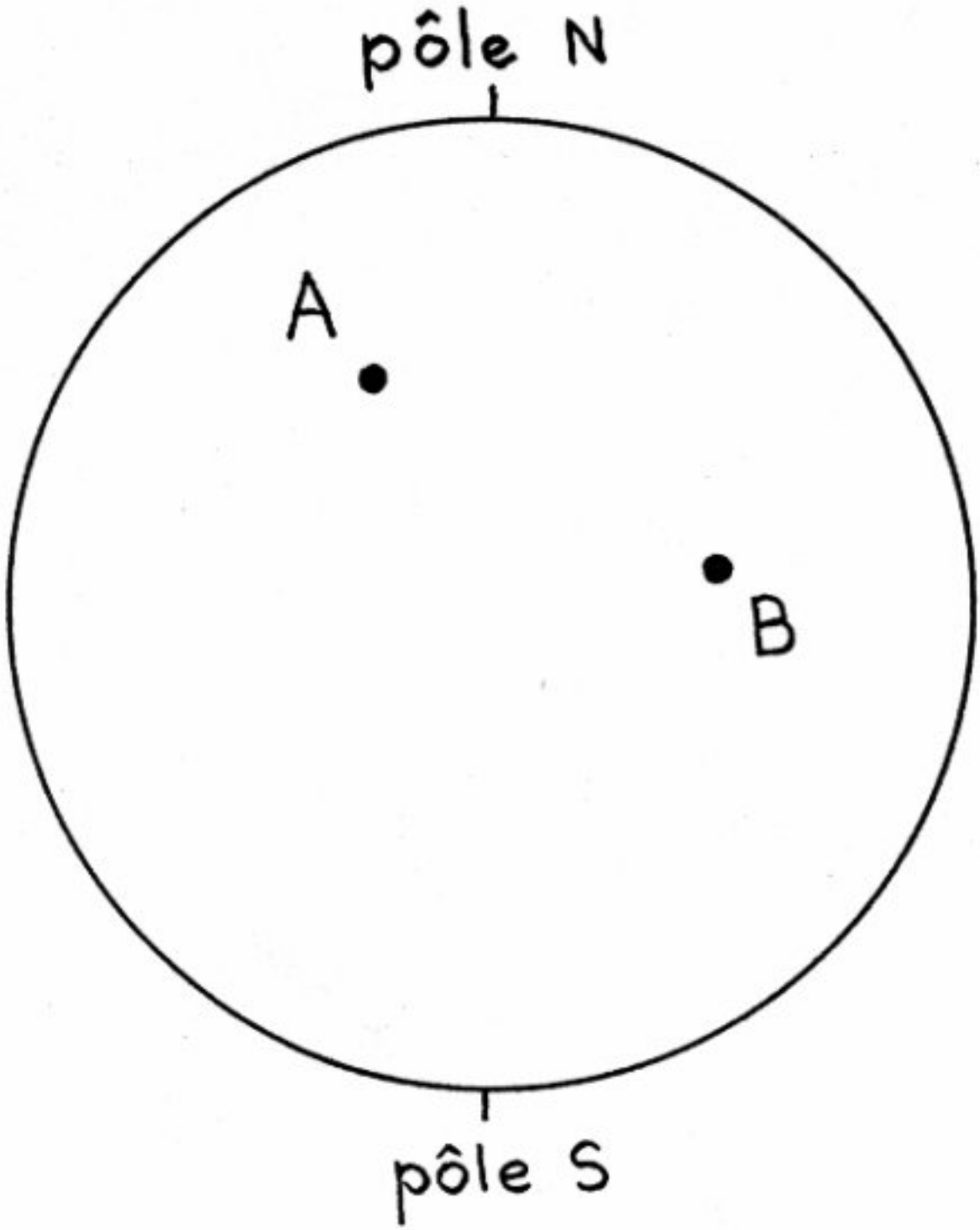
16 - L'idea geniale di Eratostene

Sapresti completare la celebre figura di Eratostene ? Incomincia aggiungendo a questo schema due raggi solari: uno che arriva in fondo al pozzo, l'altro che cade sull'obelisco, fino al suolo (e anche un po' più in là con qualche puntino). Poi prolunga, fino al centro della Terra, la verticale di Siene e quella di Alessandria. Per finire, colora i due angoli uguali (della " Z di Zorro ") che hanno permesso a Eratostene di misurare il meridiano terrestre.



17 – Meridiani e paralleli

Ecco un altro schema del globo terrestre con due città A e B. Traccia prima il meridiano poi il parallelo che passano tutt'e due attraverso la città A. Fai la stessa cosa per la città B. Dimostra, con una serie di puntini, la distanza che deve essere presa in considerazione – nell'operazione Eratostene – per il calcolo della lunghezza del meridiano terrestre.



Buona fine d'anno scolastico, buone vacanze, e appuntamento sul sito nel prossimo settembre per nuove avventure scientifiche con La main à la pâte.