

La misura del diametro della Terra con il metodo di Eratostene. Cooperazione in rete tra classi.

Carlo Paolantonio
Liceo Scientifico "Copernico", Napoli

Descrizione sintetica dell'attività

Classi coinvolte: I, II sperimentali e/o V

Materie: Storia; Matematica; Fisica; Geografia; Inglese; Scienze

Tempo previsto: 12-14h

Materiali: Testi e/o ipertesti per la ricerca storica.

Elaboratori per l'uso dei pacchetti applicativi Excel, Word e della rete.

Metri, orologi, goniometri, livelle a bolla, fogli di carta millimetrata, sestante, gnomoni.

Temi di Fisica: La misura; Metodi di misura indiretti; Valutazione delle incertezze nella misura; Descrizione del metodo di Eratostene ed acquisizione delle competenze necessarie per la realizzazione dell'esperimento.

Temi di Storia: Eratostene vita e periodo storico; La scienza nell'antichità.

Temi di Matematica: similitudine tra triangoli, elementi di trigonometria elementare.

Temi di Geografia: meridiani e paralleli, latitudine, longitudine, piano equatoriale, piano orbitale, declinazione; Ricerca delle città situate sullo stesso meridiano

Temi di Informatica: Uso del foglio EXCEL per la raccolta ed elaborazione dei dati; Come costruire una tabella di dati e rappresentarla graficamente;

Come realizzare sequenze di formule per l'elaborazione dei dati; Uso di un editore di testo per la stesura delle relazioni; Uso di un generatore di ipertesti per la eventuale stesura di un lavoro multimediale; 4-6 h di attività eventualmente presso Città della Scienza su: cosa è Internet, come si naviga, come si cercano le informazioni utili. Ricerca dei siti delle scuole interessate

Temi di Inglese: Scrittura delle e-mail da inviare alle scuole interessate.

L'esperienza svolta

L'attività è stata realizzata con alunni della I sez. A (età 13 – 14 anni) dopo aver trattato i metodi di misura indiretti ed in particolar modo i metodi di misure di distanze non accessibili. Tra l'altro si è visto come dalla misura dell'inclinazione dei raggi solari è possibile eseguire misura di altezze o distanze: classiche misure dell'altezza di un edificio, ecc. Da qui è sorto il problema di come misurare l'inclinazione dei raggi solari; sono stati utilizzati due metodi

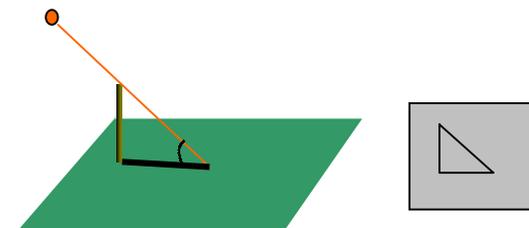
1. costruzione, su foglio di carta di triangoli rettangoli simili a quelli formati da gnomone, ombra e raggio solare;
2. con l'uso della calcolatrice scientifica e/o del foglio elettronico dopo avere illustrato il significato trigonometrico delle funzioni seno, coseno e tangente ed avere parlato della misura in radianti dell'angolo.

3. si è anche utilizzato un sestante che però non è stato possibile utilizzare nelle misure successive per mancanza di orizzonte

Per capire come Eratostene riuscì ad eseguire la sua misura è stato successivamente affrontato il problema di come varia l'inclinazione dei raggi solari al variare della latitudine per i punti che si trovano sullo stesso meridiano e come, dalla differenza di inclinazione dei raggi solari in due punti posti sullo stesso meridiano, risalire alla differenza delle latitudini ed infine, sfruttando la proporzionalità tra angoli ed archi corrispondenti risalire alla misura del diametro della Terra (vedi fig 1 e fig 2).

La presenza di un modem nel nostro laboratorio ci ha illuminati su come ottenere, con relativa facilità, la misura, dell'inclinazione dei raggi solari in due località diverse sullo stesso meridiano: Internet!

Dal momento che non tutti padroneggiavano con il mezzo informatico, si è deciso di aggiornarsi sull'uso di Internet con due attività nella Mediateca a Città della Scienza su cosa è e su come si utilizza Internet. Durante queste attività è stata eseguita la ricerca dei grandi centri urbani che si trovano sullo stesso nostro **meridiano** (tolleranza 30") e delle possibili scuole situate in queste città contattabili via internet. Ecco l'elenco delle città trovate:



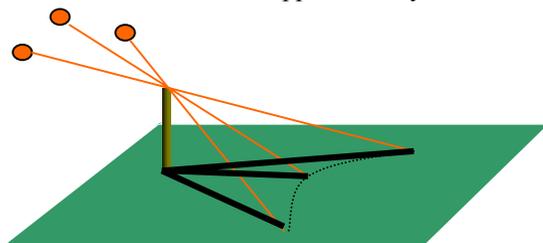
città	nazione	Latitudine	Longitudine
Bodo	Norvegia	67.17	14.23
Mo	Norvegia	66.21	14.40
Toreboda	Svezia	58.43	14.10
Vianamo	Svezia	57.11	14.17
Alxninutt	Svezia	56.33	14.09
Kristianstad	Svezia	56.2	14.09
Swinouscie	Polonia	53.51	14.14
Schwed	Polonia	53.04	14.17
Beeschow	Germania	52.11	14.17
Cottbus	Germania	51.46	14.20
Praga	Ceko	50.06	14.25
Linz	Austria	48.16	14.18
Klagenfurt	Austria	48.38	14.18
Kranj	Slovenia	46.15	14.22
Fiume	Croazia	45.20	14.22
Al Khums	Libia	32.40	14.16
Morua	Camerun	10.35	14.28

Una volta individuate le scuole si è passati all'invio delle E-mail con la descrizione di quello che avevamo intenzione di realizzare. Ecco alcuni esempi di e-mail scritte con l'aiuto dell'insegnante di Inglese.

Lettera inviata a <davinci@tu-cottbus.de>

Hello! We are a class (27 boys and girls, aged 14-15) of an Italian Liceo Scientifico. Our school, the Niccolò Copernico, is a secondary school. It's in Naples, in the South of Italy. We wish to invite you to take part in a scientific experiment which we are going to do in the near future. Our intention is to measure the dimension of the circumference of the Earth, as Erathostenes did in 230 b.C. in Egypt. To do so, we need a connection with teachers and students who live in towns situated approximately on the same meridian of Naples (14th east). You could be one of these schools. If you accept our invitation, please send us an answer as soon as possible. P.S. We have sent this message also to other European schools:

Adalbert Stifter Gymnasium-Linz-Austria (e-mail: s401076@eduhi.at);
Hbla Landwiedstrabe-Linz-Austria (e-mail: office@hbla-landwied.ac.at);
Humboldt Gymnasium-Cottbus-Germany (e-mail: humboldt-gs@tu-cottbus.de);
Max Steenbeck Gymnasium-Cottbus-Germany (e-mail: steenbeck@ranet.de);
If you accept, please send your answer also to the other schools.



Delle scuole contattate solo una ha risposto dichiarandosi molto interessata all'esperimento. Ecco la risposta:

Hello!

Thank you very much for your e-mail. The idea of your "experiment" sounds great and so we're really interested in a partnership with your school.

We are about 30 students, aged 16 and 17, who have registered our school for the Europe at School Award Scheme.

Our school, the Max-Steenbeck-Gymnasium,....

Prima di fissare la data dell'esperienza in comune abbiamo realizzato una misura di prova per illustrare ai nostri interlocutori come avremo proceduto e per conoscere eventuali problemi si sarebbero potuti incontrare nella misura.

L'attività di misura

L'altezza massima del Sole, che coincide con il suo passaggio su nostro meridiano è stata misurata utilizzando l'ombra proiettata da un'asta verticale di altezza nota .

Dopo avere attentamente verificata la perpendicolarità dello gnomone e l'orizzontalità del piano, mezz'ora prima di mezzogiorno (l'ora legale non era ancora entrata in vigore) abbiamo eseguito misure della lunghezza dell'ombra ogni 5 minuti e riportato sul suolo la posizione del suo estremo.

Questa operazione è durata circa un'ora.

Dall'unione dei punti così ottenuti si è disegnata una curva che ci ha permesso di valutare la lunghezza dell'ombra minima e di qui la massima altezza e l'ora, con una approssimazione di alcuni minuti , in cui il Sole è passato per il nostro meridiano.

Quando è stata realizzata l'esperienza, sono stati utilizzati tre gnomoni di differente altezza: 1 , 2 e 3 m.

Dall'analisi dei dati e dai problemi incontrati nella misura si è visto che lo gnomone di 2m è quello che fornisce i migliori risultati:

<<Here we are again, although after so many weeks since our last contact. But we have not been lazy in the meantime! Here is an account of we have done.

On Thursday 17.1.00 we made a measurement of the inclination of the sun beams, as a test of the measurement that we are going to make together with you, simultaneously, in the near future.

We used gnomons of different heights: 1m, 2m, 3m. Our experience suggests us that the most suitable dimension is 2 metres.

The 1 metre gnomon, in fact, casts shadows which are too short to allow a precise measurement (imprecision of 2-3%).

The 3 metre gnomon, although it casts longer shadows, doesn't allow a precise measurement either : because of the diffused light, it becomes difficult to determine with sufficient precision the position of the extremity of the shadow.

With the 2 metre gnomon we measured an inclination of the sun beams, at the passage of the sun over our meridian, of 28°30', with an inaccuracy inferior to 2%.

From this measure and from the knowledge of the sun's declination on the day of the experiment (20°41'), we calculated our latitude, using the relation : latitude=90°-declination-inclination.

We got 40°47'+-4', against a value of 40°51' found on maps.

Now a few questions.

We need to know several things:

- 1) the latitude and the longitude of the place where your school is situated (° ; ');
- 2) the day of the simultaneous experiment; we think that any Monday from now on is good; the time could be any time between 10.30 a.m. and 1 p.m..

Is this time all right for you, too? If not, please suggest an alternative.

We also enclose a chart with the data of our latest experiment (jan 17th)

We hope that your interest in the experiment is still great, as it was at the beginning. Good bye! The boys (and girls) of the 1st A of the "Copernico".>>

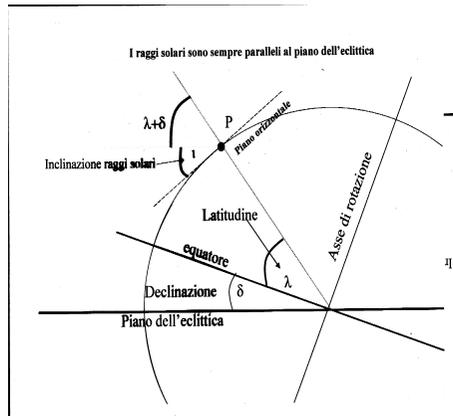


fig. 1

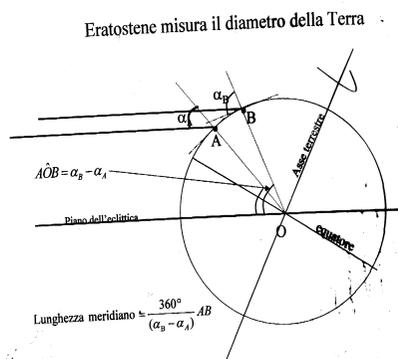


fig. 2

The measurement of the inclination of the sun beams made on 17/01/2000

		shad w	sun beams inclinati on			
		length (m)	°		°	'
gnomon		11.35	3,77	27,95		27 57
eight		11.40	3,75	28,07		28 4
2,00	m	11.45	3,73	28,20		28 12
		11.50	3,71	28,33		28 20
declination		11.55	3,7	28,39		28 24
°		12.00	3,69	28,46		28 27
20,68		12.05	3,68	28,52		28 31
°	'	12.10	3,68	28,52		28 31
20	41	12.15	3,69	28,46		28 27
		12.20	3,7	28,39		28 24
				max sun beams inclination	max sun beams inclination	
				°	°	
				28,52	28,52	
				°	'	
				28	31	
latitude (on map)		valutated				
of our school		latitude				
°		°				
40,85		40,79				
°		'				
40		51		40		48