

## 8. DETERMINAZIONE DELL'ALTEZZA ANGOLARE DEL SOLE IN IV ELEMENTARE

N.R.D. GENOVA : Teresa Gazzolo (Circolo Didattico di Recco, GE)  
*Internuclei Scuola Elementare, Bocca di Magra, 1992*

Si prenderanno in esame e si confronteranno i risultati di:

A) una attività di progettazione (formulazione e gestione di ipotesi progettuali) svolta alla fine della classe IV (anno scolastico ..... ) e riguardante la determinazione dell'altezza del sole sull'orizzonte.

Tale attività è stata proposta al termine di due anni di lavoro nel "campo di esperienza" delle "ombre del sole", che nel progetto genovese occupa tra un terzo ed un quarto delle ore di insegnamento previste nelle classi III e IV e riguarda l'area linguistica, l'area matematica e l'area delle scienze sperimentali.

B) Una attività analoga proposta all'inizio dello stesso anno scolastico in una classe V che sperimentava il progetto genovese in un altro plesso.

In entrambe le classi, al momento della richiesta di *"proporre un metodo praticabile per determinare l'altezza del sole sull'orizzonte nelle varie ore della giornata"* i bambini avevano già affrontato molti problemi concernenti l'analisi del ventaglio delle ombre in una stessa giornata, riferito al movimento apparente del sole nel cielo, e il confronto delle lunghezze delle ombre alla stessa ora in giornate diverse; essi avevano raggiunto una discreta padronanza dei diversi significati del concetto di angolo e della misura degli angoli in situazioni relative a piani orizzontali (o rappresentate sul foglio).

I bambini naturalmente non sapevano che significato attribuire all'espressione *"altezza del sole sull'orizzonte"*, e quindi l'ipotesi progettuale loro richiesta comportava due difficoltà: dare un significato di grandezza misurabile all'"altezza del sole" (espressione già utilizzata molte volte parlando di "sole più alto", "sole basso", ecc.), e trovare un metodo effettivamente praticabile per determinarla.

**Nella classe (A)**, tutti i bambini (15 su 18) che hanno proposto ipotesi sostanzialmente praticabili, hanno fatto riferimento a varie esperienze e ad apprendimenti già avvenuti, riguardanti:

- osservazioni ripetute (svolte nei due anni precedenti) sul rapporto tra altezza del sole (non meglio precisata!) e lunghezza dell'ombra
- attività motoria consistente nel seguire o nell'indicare con il braccio teso il movimento apparente del sole nel cielo
- concetto di angolo come ampiezza di rotazione (costruito attraverso lo studio delle rotazioni del fascio delle ombre di oggetti diversi)
- riflessioni, con verbalizzazioni e rappresentazioni grafiche, sulle variazioni che avvengono nei triangoli d'ombra che si formano tra chiodo verticale e tavoletta orizzontale in varie ore del giorno.

Esaminando le ipotesi prodotte, si vede che i bambini che hanno prodotto ipotesi più o meno "soddisfacenti" hanno dovuto sganciarsi dall'idea di "altezza" come "misura di lunghezza" e hanno più o meno compiutamente collegato (concatenandole logicamente) alcune delle esperienze e delle conoscenze prima citate in una visione dinamica dell'evento, in due modi:

- il sole descrive un arco nel cielo ....
- ....il mio braccio seguendo il sole ruota.....
- ....io posso misurare l'angolo tra il mio braccio e il mio corpo...(12 bambini)

oppure:

- il sole al mattino proietta ombre lunghe, e ombre più corte in seguito....
- ...e quindi cambiano i triangoli d'ombra...cambia l'angolo tra ombra e "raggi" del sole
- ...quando il sole è più in alto, l'ombra è più corta e l'angolo è più grande.....
- ...posso misurare con il goniometro l'angolo tra "raggio del sole" e ombra (3 bambini).

**Nella classe (B)**, il percorso seguito in III ed in IV è stato lo stesso, ma senza analizzare altrettanto a fondo i triangoli d'ombra (nella realtà) e senza seguire il movimento del sole nel cielo con il braccio; però in più è stato introdotto l'uso sistematico di un **modellino fisico dell'arco apparente del sole nel cielo**.

In questa classe, di prestazioni in genere superiori alla classe (A), la formulazione di ipotesi di misura di angoli (in genere peraltro non precisate per quanto riguarda la pratica attuazione) è stata realizzata solo da 10 bambini su 18. Varie altre differenze sono state registrate con la classe (A): ad esempio, nessun bambino ha proposto di misurare l'angolo formato dal braccio puntato verso il sole con il corpo).

Queste differenze hanno indotto a cercare di approfondire (attraverso l'analisi dei protocolli dei bambini delle due classi) le possibili ragioni delle diversità riscontrate e così **capire meglio i meccanismi dell'attività progettuale realizzata dai bambini**.

## 8.1 Analisi dei protocolli

### Classe (A)

La consegna data è stata la seguente:

*"Come si può misurare l'altezza del sole sull'orizzonte, secondo te,"*

CHIARA : "Se facessi questa domanda ad un bambino, mi risponderebbe subito che si può misurare l'altezza del sole con il metro, ma io so che non è possibile questa ipotesi, perchè altrimenti bisognerebbe andare sul sole e da lì far partire il metro.

Io punto il braccio verso il sole e lo seguo man mano che si alza. In questo modo faccio una rotazione. La cosa che

cambia è l'angolo. Se io misuro l'angolo, vengo a sapere anche l'altezza del sole"

Probabilmente la prima cosa che viene in mente a Chiara è "altezza=misura lineare", ma intuisce che questa strada non è praticabile, perciò la fa proporre a un "bambino piccolo" e faticosamente costruisce una diversa rappresentazione mentale, che collegando, in una dinamica molto "spezzettata" per la verità, il fatto esperienziato (movimento del braccio) ai significati acquisiti (angolo come ampiezza di rotazione misurabile con il goniometro) le permette di formulare un'ipotesi "grezza" che potrebbe, ulteriormente precisata per quanto riguarda la scelta dell'angolo da misurare, condurre ad un metodo valido per misurare l'altezza del sole.

Da notare che sarà Chiara stessa, nel successivo confronto tra le ipotesi prodotte in classe, a spiegare ad un compagno ( che le chiede come mai il suo testo contenga frasi così corte) che ciò è dovuto al fatto che per lei è stato molto difficile e faticoso costruire questa ipotesi, perciò è andata avanti a piccoli passi .

*SARA : "Per misurare l'altezza del sole non posso certo farlo con i metri, perchè io non posso avvicinarmi al sole. Però io ho pensato che se metto il braccio verso il sole al mattino, poi misuro l'angolo tra il mio braccio e la mia pancia con il goniometro, scopro l'altezza del sole. Io non aspetto che il sole si muova per seguirlo con il braccio, ma indico più o meno dove andrà quando si muove. Io penso che per misurare l'altezza del sole si possa misurare l'angolo della rotazione del braccio che segue il sole"*

Sara è più sicura di Chiara, infatti esplicita la sua ipotesi in forma molto sintetica; però sente il bisogno, poi, di spiegare che ciò che le ha permesso di elaborarla non è il lento percorso del sole nel cielo, ma la rappresentazione mentale accelerata di questo evento. E' proprio la dinamicità di tale rapporto che le permette di vedere con

chiarezza l'angolo che intende misurare : Sara "rompe" il movimento est-ovest del braccio per trasferirlo sul piano verticale (passaggio non scontato, se si considera che finora gli angoli misurati erano soprattutto sul piano orizzontale del foglio).

ALBERTO : "Le misure di lunghezza non le posso usare, perchè al sole non mi posso avvicinare, perchè mi scioglierei. Se io indico il sole con il braccio teso, man mano che si alza il sole, alzo anche il mio braccio e allora cambia l'angolo tra il mio braccio ed il mio corpo. Quindi io per sapere l'atezza del sole posso misurare l'angolo tra il mio corpo ed il mio braccio "

Alberto esplicita bene l'angolo da misurare separandolo chiaramente dal movimento est-ovest.

ALESSANDRO:" *Secondo me l'altezza del sole non si può misurare con le misure di lunghezza, perchè arrivare vicino al sole non si può, perchè brucia tutto.*

*Secondo me si può indicare il sole col braccio e vedere che angolo fa il braccio con il corpo, e poi indicare di nuovo il sole con braccio quando è più alto e misurare l'angolo che fa il braccio, e poi si confronta l'angolo di quando il sole era più basso con quello del sole più alto e si può vedere la differenza, così si sa di quanto si è alzato il sole in gradi, per esempio si può essere alzato di 18° .*

*L'angolo che cambia è quello tra l'ombra del chiodo e il raggio di sole che forma la fetta d'ombra, ed è quello che io penso di misurare per vedere l'altezza del sole."*

Alessandro percorre inizialmente la strada delle due compagne, cioè:

- esclude le misure di lunghezza

- pesca in memoria l'attività fisica del braccio che segue il sole

- individua un angolo che cambia e che è possibile misurare man mano

...però questa costruzione mentale veloce, incalzante (non ci sono punti, è un susseguirsi di virgole) lo porta di punto in bianco ad un notevole salto: dal proprio corpo passa allo strumento "gnomone", individuando senza incertezza l'angolo da misurare nel triangolo d'ombra.

LUCA: *"Io il sole lo misuro a ore, cioè, siccome il sole impiega un'ora a sollevarsi dall'orizzonte, quando con la parte bassa tocca l'orizzonte, è altezza zero; quando è passata un'ora, è altezza 1 da terra ; quando sono passate due ore, è altezza 2.... ; quando il sole comincia a discendere, dopo un'ora sarà più basso di un'ora...tenendo conto che le ore in cui c'è il sole sono 12. Seconda strada: io misuro l'angolo che c'è tra il raggio di sole, cioè la riga che parte dalla testa del chiodo e arriva alla tresta dell'ombra, e l'ombra, così so l'altezza del sole in gradi, perchè il goniometro è fatto ad arco come il percorso che fa il sole durante la giornata"*

Luca costruisce un progetto del tutto originale rispetto ai compagni: la sua proposta è quella di misurare l'altezza del sole in base al trascorrere del tempo (forse quest'idea nasce dal fatto che più volte abbiamo osservato la meridiana che è nella piazzetta sul porto a Camogli) . Comunque arrivato in fondo alla sua ipotesi si rende conto (come risulterà anche dalla successiva discussione) di dover assumere come vera un'affermazione che non lo è ("le ore in cui c'è il sole sono 12"); allora passa ad una seconda strada possibile, quella di misurare le variazioni dell'angolo in alto nel triangolo d'ombra ; questo passaggio è strettamente collegato alla dinamica della precedente rappresentazione mentale (che infatti viene evocata , peraltro non del tutto a proposito, nell'ultima frase )

FABRIZIO: *"Io devo misurare un'altezza, quindi mi viene in mente di usare il metro, però non posso usarlo per tanti motivi; uno è che il sole si muove continuamente ed io non riuscirei a posizionare il metro; un altro è che l'altezza del sole è altissima e anche con tantissimi metri non riuscirei a misurarla.*

*Per misurare l'altezza del sole , posso misurare gli angoli non retti che si formano tra il chiodo dello gnomone e l'ombra; quello che mi conviene misurare è però*

*l'angolo che si forma tra l'ombra e il raggio di sole, perchè è aperto verso il sole"*

Fabrizio, dopo aver scartato l'uso di misure di lunghezza, evoca con molta sicurezza i triangoli d'ombra e le loro variazioni, collegando in successione dinamica ( "*gli angoli non retti che ....*") ciò che finora ha considerato come triangoli singoli .

Complessivamente, **nella classe (A)** 12 alunni su 18 arrivano più o meno vicino ad un metodo praticabile per misurare l'altezza del sole ricostruendo mentalmente il processo dinamico del braccio che nello spazio ruota seguendo il sole nel suo percorso apparente.

Il passaggio dall'esperienza vissuta all'ipotesi (come "immagine possibile di realtà") per questa via richiede :

- di ridurre mentalmente il tempo che il sole impiega a compiere il percorso quotidiano, ripercorrendolo in modo accelerato per ottenere l'effetto "rotazione"
- di scomporre il movimento ad arco est-ovest del braccio per vedere l'angolo che si forma in verticale tra braccio e corpo (come rotazione alto/basso)
- di collegare l'idea di rotazione all'angolo come ampiezza misurabile di rotazione

Il movimento del braccio che segue il sole nel cielo è evocato più o meno esplicitamente in quasi tutti i testi di questi dodici bambini; e si può ritenere che l'immagine mentale costruita a partire dal movimento del braccio ("interiorizzando" tale movimento) costituisca il supporto per il processo creativo che produce l'ipotesi di una rotazione, e di un angolo da misurare, in verticale - "immagine possibile" non ancora esperita dai bambini .

In questa classe solo 3 bambini su 18 propongono la misurazione di angoli dei triangoli d'ombra, eppure sul confronto tra i triangoli d'ombra in vari momenti della giornata ci eravamo soffermati più volte non solo a livello verbale, ma anche costruendoli sui

quadernoni e registrando le osservazioni fatte in classe. Va tuttavia rilevato che si era sempre trattato di confronti tra situazioni "isolate" (alle 9:00 è così; alle 11 è così ....)

Cosa avrebbero dovuto fare i bambini per progettare la misura degli angoli non retti dei triangoli d'ombra?

- riconoscere nel triangolo d'ombra (che di per sè non è di solito percepito- avevamo infatti dovuto ricorrere a esperienze particolari per metterlo in evidenza) una "entità" adatta a registrare (con il passare del tempo) successive "altezze" del sole, e quindi immaginare la rotazione e le variazioni del triangolo d'ombra;
- individuare l'angolo da misurare.

Si tratta evidentemente di un percorso più impegnativo, basato sull'idea delle variazioni di una "entità", il triangolo d'ombra, che è un prodotto del sole ( "entità " che solo "di riflesso", come "traccia indiretta", si collega all'altezza del sole).

Non è un caso che due dei bambini della classe che propongono questo metodo lo propongano dopo aver fatto riferimento al movimento del sole nel cielo e al braccio che lo segue. Si può per inciso notare che trovano qui conferma alcune ipotesi di Nicoletta Lanciano a proposito dell'importanza che dovrebbe avere nello studio dei movimenti del sole l'analisi diretta di tali movimenti.

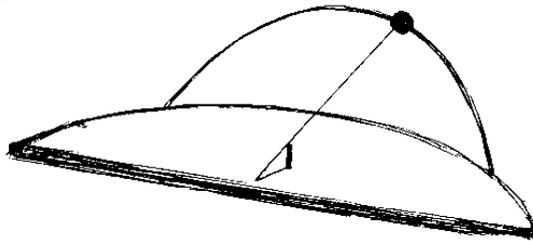
In questa classe, le ipotesi progettuali relative alla misura dell'angolo braccio/corpo e alla misura degli angoli del triangolo d'ombra formulate dai bambini hanno condotto ad un confronto e alla scoperta, in particolare, che l'angolo tra ombra e raggio che delimita il triangolo d'ombra è uguale all'angolo tra il braccio teso verso il sole e il corpo, diminuito di  $90^\circ$  . L'ipotesi relativa alla misura dell'angolo braccio/corpo ha poi condotto in modo molto naturale all'uso del sestante per misurare l'altezza angolare del sole.

#### Classe (B)

Nell'altra classe l'attività precedente la richiesta di formulazione dell'ipotesi progettuale sull'altezza del sole si differenzia

essenzialmente per la mancanza di attività sistematiche di "inseguimento del sole con il braccio" e per la progettazione e l'uso, in più, di un modellino dell'arco apparente del sole nel cielo.

Il modellino viene costruito dalla maestra dopo che i bambini hanno manifestato l'esigenza di riprodurre in qualche modo il percorso del sole nel cielo per controllare la più o meno accentuata inclinazione dei raggi solari nelle varie ore del giorno e nelle varie stagioni. Le cose sono andate così: i bambini insieme con la maestra hanno cercato di progettare il modellino e poi di realizzarlo lì per lì con il materiale a disposizione in classe (cartoncino bristol e fili); l'idea così si era concretizzata, ma l'uso del modellino era difficile, perchè tirando i fili il cartoncino si piegava, il chiodino si abbatteva, ecc. Allora la maestra si assume il compito di realizzare un modellino "robusto" (seguendo naturalmente il progetto elaborato in classe).



Con il modellino a disposizione in classe, la maestra chiede ai bambini di formulare l'ipotesi su "come si può misurare l'altezza del sole sull'orizzonte, secondo te?"

Per facilitare il compito dei bambini la maestra ricorda con un disegno alla lavagna quattro posizioni del sole nel corso della giornata:



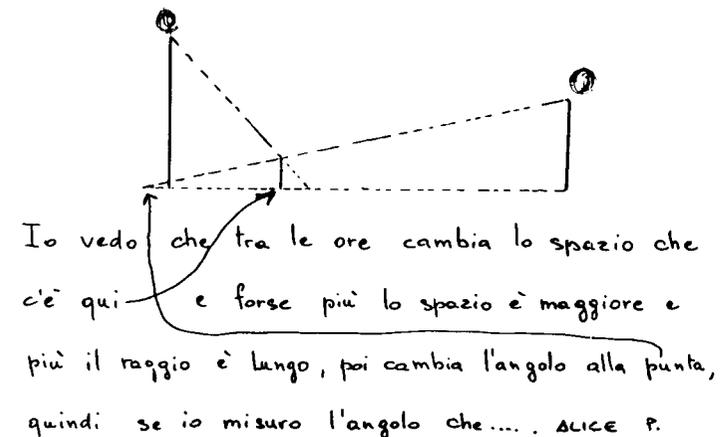
Solo 10 alunni su 18 in questa classe arrivano a formulare progetti che potrebbero dar luogo a effettive determinazioni dell'altezza del

sole sull'orizzonte; in tutti questi progetti si prevede di misurare l'angolo tra raggi del sole e piano orizzontale, però si nota che anche i bambini di livello alto sviluppano le loro argomentazioni in modo faticoso, alternando spezzoni di spiegazione verbale e rappresentazioni grafiche, in genere senza giungere a proporre delle situazioni in cui "praticamente" eseguire delle misure angolari.

Si ha l'impressione di un lavoro progettuale realizzato sulla rappresentazione esterna del fenomeno (disegni, modellino...) più che sul rapporto tra realtà esperita e immagini mentali. Per questo, forse, i disegni sono così frequenti, e d'altra parte si tratta di disegni (e di proposte) che appaiono piuttosto "astratte" rispetto all'obiettivo di pervenire ad una misurazione effettivamente praticabile.

Vediamo alcuni esempi:

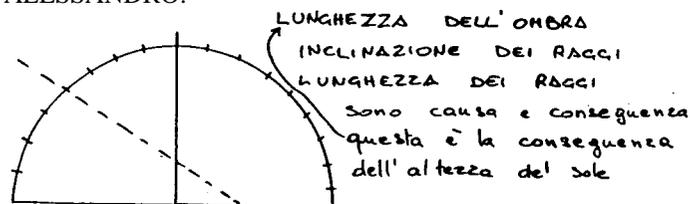
ALICE:



Alice fa riferimento al triangolo d'ombra ("lo spazio che c'è qui") e al fatto che questo "spazio" varia con il variare dell'inclinazione dei raggi, e capisce che ciò che cambia è l'angolo tra raggi e piano orizzontale, e pensa quindi di determinare l'altezza del Sole misurando quell'angolo. Non parla di ombre, però, forse perchè sul modellino l'ombra non c'è, quindi non possiamo sapere come concretamente

pensa di delimitare e misurare tale angolo. Alice più che costruire dinamiche mentali ("immagine di processo" e "immagine possibile di misurazione") rimane legata alla realtà presente del modellino.

ALESSANDRO:



Misuro con il goniometro l'inclinazione dei raggi del sole, ogni ora corrisponde a un po' di gradi. Faccio questo perché cambia l'inclinazione dei raggi del sole. Perciò per dire l'altezza del sole si dice: «Il sole è a 20°», i gradi corrispondono ai meridiani e ai paralleli.

ALESSANDRO

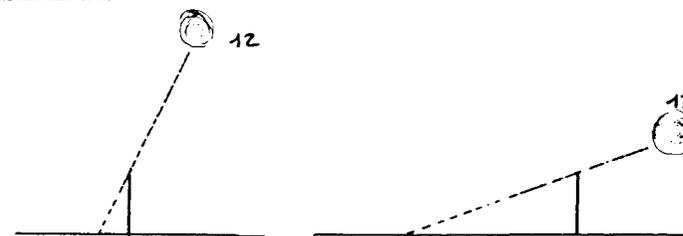
Anche Alessandro inizialmente tenta di collegarsi alle esperienze fatte con le ombre (e lo fa esplicitamente: parla di "lunghezza dell'ombra" e "altezza del sole" come "conseguenza" e "causa"), però poi fa il disegno e viene "catturato" dalla forza dello strumento evocato, che gli impedisce di rappresentarsi mentalmente ciò che avviene nella realtà e di lavorare su quella.

SIMONA: "Per scoprire la misura del sole io andando a sperimentare sull'arco di ombre ho notato che quello che cambia è l'inclinazione dei raggi e più i raggi sono inclinati e più l'ombra sarà lunga. E quindi posso utilizzare la squadra perché la forma che ha è uguale a quella che si forma con il disegno (del modellino-triangoli d'ombra)"

Simona parte dalla rievocazione di numerose esperienze fatte nel lavoro su "ombre del sole", ma quando deve progettare un metodo concreto per misurare l'inclinazione dei raggi torna al modellino ed ai

suoi fili tesi che formano un triangolo come quello della squadra (rettangolo), osservazione che i bambini avevano fatto durante il lavoro con il modellino.

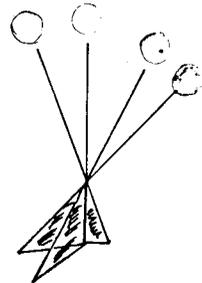
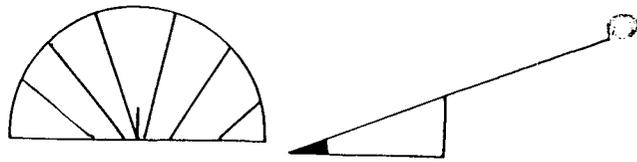
SERENA:



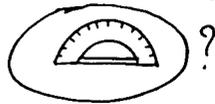
Secondo me, cambia l'inclinazione dei raggi del sole che arrivano in tutte le ombre, perciò per misurare la perpendicolarità del raggio, userci il goniometro.

SERENA

DAVIDE:



Cambia la differenza di obliquità dei raggi del sole - anche il triangolo.  
L'altezza  
DAVIDE



Serena e Davide sembrano meno legati al modellino e più disposti a seguire i significati acquisiti in due anni di lavoro su "Ombre del sole", e capiscono che l'angolo da misurare è quello tra raggi del sole e ombra. Davide sembra aver colto anche la dinamicità delle variazioni dei triangoli d'ombra, che cerca di rappresentare con un disegno, ma non riesce a ricondurre questa sua scoperta all'attività concreta di misurazione dell'angolo (significativo il punto interrogativo accanto al goniometro!)  
Serena butta là un "userei il goniometro", senza dire però come determina l'angolo che vuole misurare.

LARA: *"Per me cambia la posizione del sole, allora per misurare si può vedere la lunghezza dell'ombra e facendo certi calcoli puoi vedere la lunghezza dal Sole alla Terra...No !  
Io farei un modellino rimpicciolito e ci metto il sole, quando ho scoperto la lunghezza dal sole alla terra, la*

*moltiplicherei per quante volte ho rimpicciolito il disegno."*

Lara inizialmente evoca contesti noti (posizione sole/lunghezza ombra), ma subito abbandona questa strada, per cogliere l'idea che le suggerisce il modellino: se esso è una rappresentazione rimpicciolita della realtà, basta misurare sul modellino stesso l'altezza del sole e poi moltiplicarla per il numero di volte di cui è stata rimpicciolita (c'è alle spalle evidentemente il lavoro del nostro progetto sulle riduzioni in scala).

**Cosa differenzia così tanto le due classi** (quantitativamente, passando da 3 bambini su 18 a 8 su 18 che non producono progetti recuperabili per una effettiva misurazione dell'altezza del sole; e soprattutto qualitativamente, per la natura delle ipotesi formulate)?

A mio parere il modellino (come gran parte del materiale strutturato dagli adulti per i bambini, e anche come gran parte delle rappresentazioni esterne offerte ai bambini) propone un'astrazione dal reale che ostacola la padronanza mentale di esso necessaria per costruire un'ipotesi complessa e "creativa" come quella proposta.

In effetti, per utilizzare in modo produttivo il modellino i bambini si sarebbero dovuti porre mentalmente al centro del "microspazio" del modellino per avere accesso a quei suggerimenti operativi che il "macrospazio" rende possibili, come la rotazione del braccio che segue il sole. Inoltre il modellino suggerisce a tutti di seguire la strada della misurazione degli angoli del triangolo d'ombra (probabilmente la più impegnativa, per le ragioni esaminate in precedenza a proposito dei bambini della mia classe che l'hanno seguita).

In più, il modellino rende praticabile agli occhi dei ragazzi, soprattutto deboli, una misura di "altezza" come "lunghezza" che nello spazio reale si avverte impossibile (e non è forse un caso che

due bambine dell'altra classe propongano ciò, mentre nella mia classe nessun bambino ha fatto tale proposta)

Infine si può notare che anche gli alunni di livello alto rimangono "agganciati" al modellino ed ai suoi fili tesi dimenticando il significato rappresentato, connesso al fenomeno delle ombre ( e quindi non chiariscono cosa intendono concretamente misurare nella realtà).

### **Osservazioni complessive sulle due classi**

L'ipotesi proposta investe un campo di esperienza familiare ai nostri bambini; ciò avrebbe dovuto consentire in tutti un processo personale di immaginazione costruttiva, ma questo non avviene; come mai ?

Notiamo che:

- la richiesta è chiara per i 36 bambini (anche chi non produce ipotesi ragionevoli "sta in tema")
- tutti (tranne le due bambine che si fanno trarre in inganno dal modellino) attuano una prima selezione di dati ed un atto di pensiero adeguato, perchè scartano la possibilità di misurare una lunghezza
- 34 bambini su 36 a questo punto operano una seconda selezione di dati utili (altezza sole/lunghezza ombre/inclinazione raggi del sole .....), ma alcuni di loro sembrano limitarsi a considerare questi dati nella loro mente in modo "statico", senza riuscire ad inserirli in una visione dinamica del processo che approdi all'individuazione della variazione dell'inclinazione dei raggi (o dell'altezza angolare del sole) e quindi all'immagine possibile (= ipotesi) della grandezza da misurare.

Questo passaggio è "abbozzato" e portato avanti in modo più o meno esauriente da 25 bambini; solo una parte di loro (una decina di bambini della mia classe) sembra compiere il percorso completo, grazie a quelle operazioni (prevalentemente legate all'interiorizzazione del gesto di "inseguimento del sole") che

consentono di ricostruire nella mente il processo in modo pertinente e selezionare in esso con chiarezza la grandezza da misurare

## **8.2 Conclusioni**

Mi sembra che l'esperienza effettuata e l'analisi condotta forniscano alcuni interessanti elementi di riflessione in tre direzioni :

- natura del processo di elaborazione delle ipotesi "progettuali" relative alla geometrizzazione dello spazio (necessità della costruzione mentale di un processo che consenta la creazione dell'ipotesi come "immagine possibile" appropriata in relazione agli scopi che si vogliono raggiungere con il progetto);
- condizioni che possono favorire o intralciare il processo di elaborazione di ipotesi progettuali relative alla geometrizzazione dello spazio: importanza della "gestualità"; danni che possono derivare, nell'età della scuola elementare, dalla presenza di modelli (o rappresentazioni esterne) che possono fraporsi tra realtà dello spazio da geometrizzare e processi mentali interni necessari per l'elaborazione di ipotesi efficaci di geometrizzazione;
- ruolo di un "campo di esperienza" come quello delle "ombre del sole"(...o forse, meglio, "Sole e Terra"... ) in quanto ambito in cui proporre situazioni problematiche capaci di "forzare" processi complessi e importanti di elaborazioni di ipotesi relative alla geometrizzazione dello spazio.