

GLI STRUMENTI

Dopo tutto, ogniqualvolta gli osservatori adottano un nuovo strumento per analizzare la natura, ciò che in origine avevano sperato di ricavare è sempre piccola cosa se paragonato alla serie di scoperte cui lo strumento stesso dà vita. In questi casi è soprattutto sull'imprevisto che bisogna far conto.

Il direttore dell'Osservatorio di Parigi dopo la scoperta del dagherrotipo, ai primordi della fotografia.

Dall'orizzonte alle finestrelle astronomiche

Uno strumento per sostenere l'osservazione e la registrazione degli spostamenti degli astri. Un sistema di riferimento e un osservatorio

L'orizzonte

L'attività sull'orizzonte è nata durante un campo scuola a Cenci nel 1983, come risposta a un problema percettivo.

Erano i primi campi-scuola: stavo lavorando con ragazzi di scuola secondaria di primo grado sulla percezione delle distanze, quando nacque il problema dell'orizzonte. Una ragazza si ostinava a descriverlo come una linea dritta, sostenendo che anche al mare lo vedeva così. Per aiutare lei e tutto il gruppo a vedere che la linea dell'orizzonte locale è continua e si chiude, invitai i ragazzi a ruotare lentamente su se stessi e a osservare la linea frastagliata dell'orizzonte in quel luogo. Poi, per sostenere il loro sguardo, li feci ruotare ancora aiutandosi con un braccio teso e un dito puntato quasi a disegnare nell'aria. Successivamente osservammo l'orizzonte in altri modi, ancora ruotando su noi stessi. Infine pensai di mettere i ragazzi in cerchio, con le spalle al centro e lo sguardo verso l'orizzonte e ne feci disegnare a ciascuno una porzione: poi a terra, unimmo tutti i disegni. Quel lavoro forse non avrebbe avuto nessun seguito se Rosaria Ocello, che lavorava alla documentazione fotografica durante il campo-scuola, non mi avesse riproposto le immagini di quella situazione: nel rivederle ne parlai con gli altri conduttori e dalla cooperazione nacque la ripetizione e l'affinamento di quell'esperienza, nata per caso. Molti hanno poi ripetuto quella proposta e quei gesti in diverse situazioni e con allievi di diverse età. Il lavoro sull'orizzonte locale ha letteralmente viaggiato per il mondo ed è stato ripetuto nelle situazioni più varie e con gli scopi più diversi: per costruire un osservatorio dove segnare il sorgere e il tramontare degli astri; per affinare abilità grafiche e pittoriche; per costituire un'esperienza di osservazione attenta come base per un lavoro di descrizione accurata (dunque un lavoro sulla lingua); per costituire un riferimento geografico.

È utile chiarire le due seguenti definizioni:

- l'orizzonte astronomico è un cerchio massimo della sfera celeste;
- l'orizzonte locale è la linea di separazione e unione tra cielo e Terra,

che all'aperto c'è sempre ed è visibile se l'aria è limpida; esso limita la visuale e offre punti di riferimento; è un luogo di incontro tra spazio e tempo attraverso il movimento degli astri.

L'osservazione e la costruzione dell'osservatorio

Quella che poteva sembrare una linea retta, la linea retta per eccellenza, nella rotazione dello sguardo diventa una curva continua e chiusa. Su questa linea indirettamente percepibile anche dove differenze di quota impediscono la visibilità, l'uomo ha iniziato a individuare le leggi cicliche della natura, le direzioni individuate dal movimento del Sole, dei pianeti e delle stelle.

Paolo Portoghesi, 1998

Il luogo per svolgere questa attività è naturalmente all'aperto, su una terrazza, in un cortile, in un prato (se ci si trova in campagna durante una gita) e in ogni caso in un luogo con un orizzonte il più ampio possibile.

«Lavoreremo sulla linea dell'orizzonte – dice l'animatore o l'insegnante – cerchiamo di seguirla con l'occhio. Vi mostro le azioni che potete fare per guardarla». Il momento dell'osservazione è guidato attraverso le parole e attraverso il consiglio di imitare i gesti, cercando la curva di separazione tra il cielo e la Terra quando si spinge lo sguardo il più lontano e il più in alto possibile. In seguito la raccomandazione è che ciascuno svolga il proprio lavoro in silenzio, per favorire l'attenzione, e che ciascuno segua il proprio ritmo.

Ecco i movimenti che aiutano a guardare: in un primo tempo ciascuno osserva, ruotando lentamente su se stesso, i 360 gradi dell'orizzonte intorno a sé, prova ad alzarsi sulle punte e ad abbassarsi a terra, prestando attenzione a ciò che cambia. «Quando si vede più cielo e meno Terra?». Ciascuno prova a spostarsi di qualche passo: l'orizzonte visibile cambia al cambiare del punto di vista dell'osservatore? Si guarda con i due occhi, dunque con una visione binoculare. Ciascuno può ruotare nel senso orario o antiorario, una o più volte, in piedi o variando il livello di osservazione e cambiando velocità.

In un secondo tempo, per aiutare l'occhio a seguire esattamente la linea dell'orizzonte senza fermarsi sui dettagli del paesaggio, si gira su se stessi con il braccio teso e un dito puntato, guardando con un occhio solo, come se si disegnasse nell'aria con il dito la curva dell'orizzonte.

In un terzo momento si segue ancora una volta la linea dell'orizzonte, girando lentamente su se stessi, ora col braccio piegato, guardando con un solo occhio attraverso l'occhiello fatto dal pollice e dall'indice uniti:

l'orizzonte sarà sempre compreso al centro del piccolo cerchio e ci si accorge che si deve alzare e abbassare il braccio per seguire esattamente un orizzonte accidentato.

Per meglio osservare i dettagli, è molto utile guardare anche attraverso la mano chiusa a tubo, appoggiata a un occhio, per limitare la luce. Relativamente a questo modo di guardare, solo in un secondo momento ho scoperto che ne aveva già parlato Aristotele: «La stessa persona infatti messasi la mano davanti agli occhi o guardando attraverso un tubo non distingue le differenze dei colori né meglio né peggio di prima, mentre vedrà più lontano; e vi sono coloro che dalle caverne o dai pozzi talvolta vedono anche le stelle» (Aristotele, *De generatione animalium*).

Ancora, senza più ruotare, in piedi, il corpo ben diritto, si segue il terreno con lo sguardo, muovendo unicamente la testa in su e in giù, lungo una direzione fissata, dai propri piedi fino al limite dell'orizzonte, davanti a sé, in modo che lo sguardo si spinga lontano. Poi si alza lo sguardo sulla propria testa, verso lo *zenit* (parola araba che indica la direzione delle teste) e lo si abbassa fino a incontrare il terreno: lo sguardo è spinto in alto e segue il cielo fino alla Terra.

In questa fase l'attenzione è soprattutto sui colori e sulle luci, che sono diversi sulla Terra e nel cielo, in ogni direzione.

Dopo aver guardato e ascoltato le indicazioni dell'animatore, i partecipanti si sparpagliano e ciascuno sceglie un proprio luogo dove lavorare in silenzio per circa venti minuti. Il lavoro comincia con questo momento individuale di osservazione.

Poi ci si riunisce tutti e si mettono in comune e si confrontano le riflessioni fatte durante l'osservazione individuale. Con quale sistema si è visto meglio o più a fuoco? Qual è il punto più alto dell'orizzonte locale? E il più lontano?

Ci si dispone quindi in un cerchio, le spalle verso il centro; ognuno si trova davanti un settore dell'orizzonte che disegnerà sul foglio che riceve. «Ognuno di noi ha guardato l'intero orizzonte: ora ognuno farà il disegno di una parte per avere un risultato comune». Se si è in 8 ognuno avrà un settore di 45°, se si è in 12... Ognuno può determinare il suo settore misurandolo con le spanne (si veda la *balestra celeste*), in modo da dividere in parti uguali i 360°.

Per il disegno, ogni studente si accorda con i due compagni di destra e di sinistra: «Io disegno da quella collina a quel palo», «Io da quel palo a...». Ciascuno comunica e indica i suoi limiti e si fa attenzione, tutti insieme, che non restino parti dell'orizzonte senza disegnatore.

- Si possono eseguire delle fotografie: per fare l'intero giro, la macchina fotografica deve essere poggiata su un cavalletto. Questo è il tipo di lavoro in cui è maestra l'amica spagnola Rosa Maria Ros (Ros, Lanciano, 1995).

- Con la creta o il fil di ferro si può fare un plastico, in cui si rende anche la profondità dello spazio, considerando le distanze dall'osservatore.

- Può essere costruito un grande osservatorio in muratura, tipo una balaustra, più alto dell'orizzonte locale osservato dal punto di vista scelto: tale muro circolare, che si chiama "falso orizzonte", era usato nell'antichità per individuare il nord o il sud durante la notte. Il falso orizzonte si usa nel seguente modo: si segnano sul muro i due punti da cui si vede sorgere e tramontare una stessa stella; il punto centrale dell'arco indica il sud o il nord, secondo la direzione dell'osservatore.

Per introdurre il lavoro sull'orizzonte spesso narro un mito, uno di quelli che raccontano di un tempo in cui cielo e Terra erano uniti tra loro, erano vicini come lo erano Urano, il dio del cielo, e Gea, la madre Terra. Nei miti avviene la separazione tra le cose che sono in alto e le cose che vanno in basso, una sorta di nuovo ordine e di nuova organizzazione dello spazio in cui cielo e Terra sono separati. Ma lo sguardo può ancora an-

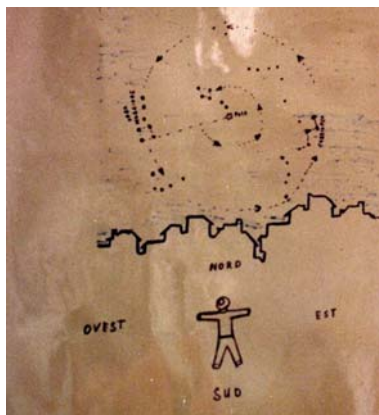


L'orizzonte di creta e la registrazione del sorgere del sole.

dare a quel confine "che ricorda il tempo in cui cielo e Terra erano uniti" e a quei legami che uniscono cielo e Terra: la pioggia, la luce e il calore del Sole che dall'alto vengono verso il basso e il fuoco, il suono e lo sguardo che dal basso salgono verso l'alto.

Uso dell'orizzonte osservatorio

Molte persone, anche tra gli adulti, non hanno mai osservato le stelle sorgere e tramontare: alcuni non sanno neanche che le stelle, proprio come il Sole e la Luna, sorgono e tramontano, cioè si spostano sul nostro



Le stelle a nord che ruotano intorno alla Polare.

servazioni delle stelle intorno al Polo Celeste nord sono state registrate su un foglio di carta che può ruotare sul suo centro co-stituito dalla Stella Polare. Il foglio è po-sto sopra la porzione settentrionale dell'orizzonte: in tal modo si osservano le stelle circumpolari nelle varie posizioni assunte al passare del tempo (si veda il *notturnale*). Sopra l'orizzonte disegnato, Lorenzo Lotti, maestro che frequenta i nostri corsi residenziali e formatore di Reggio Emilia, suggerisce di poggiare delle strisce di carta messe "a ponte", "ad arco" da nord a sud e da est a ovest, su cui sono segnate le costellazioni visibili in un dato orario e in un dato momento dell'anno.

Dalle riflessioni scritte di un gruppo di adulti, dopo il lavoro sull'orizzonte all'aperto

- *Ricerca dell'orizzonte: un'emozione nel contatto tra Terra e cielo.*
- *Partire dal mito [si tratta del mito di Urano e Gea], dall'aspetto culturale, per passare poi all'osservazione dell'orizzonte locale con occhi nuovi.*
- *L'utilizzo del mito come strategia per introdurre un concetto scientifico ha dato una visione calda delle scienze astronomiche che possono risultare ostiche e incomprensibili.*
- *Le mie mani sull'orizzonte: un modo per toccare il cielo.*

Curiosità e notizie storiche

Spesso in montagna o in località turistiche si trovano lunghe foto di una porzione di orizzonte o con un orizzonte a 360°, come ad esempio nella Malga Vaciara sul monte Putia in Val Badia: in un lungo fotomontaggio sono indicate le cime delle montagne principali visibili tutto intorno alla Malga. Indicazioni di questo tipo si trovano anche sulla Tour Mont Parnasse a Parigi, a Castel Sant'Angelo a Roma e in altri siti.

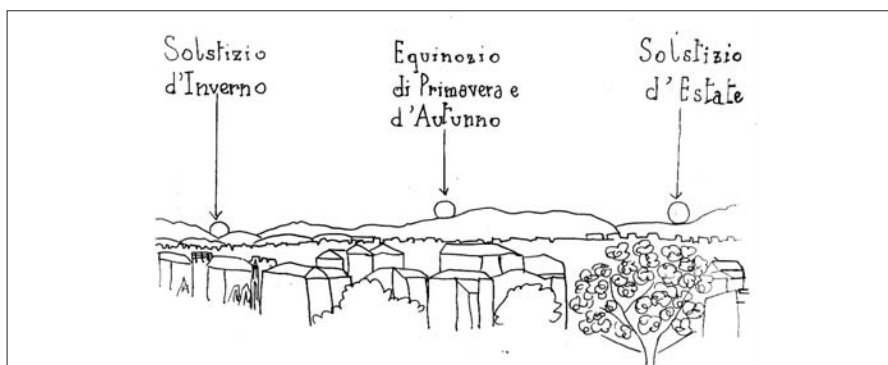
In altri casi, come sulla collina del centro di Graz in Austria, sono indicate a raggiera le direzioni e le distanze in km di alcune città importanti, rispetto al luogo di osservazione (si veda il palo delle direzioni).

Le finestrelle astronomiche

Le finestrelle astronomiche sono nate nelle classi di scuola primaria di Franco Lorenzoni negli anni successivi all'inizio del lavoro sull'orizzonte (Lorenzoni, 2009) e consistono in un disegno anche molto schematico di una porzione di orizzonte anche piccola, rispetto a cui è registrata la posizione degli astri.

Anche con bambini molto piccoli, abbiamo provato a seguire l'evoluzione di una costellazione o della Luna nel corso di una stessa sera o di sere successive. Franca Gaeta invita da anni i suoi allievi dell'età della scuola materna a fare in questo modo amicizia con il cielo e a conoscere le stelle. Il riferimento è quello dell'orizzonte locale. Scegliamo un oggetto molto facilmente individuabile da tutti come la Luna o la costellazione di Orione nei mesi invernali. Ciascuno è invitato a cercarla in cielo, a riconoscerla e poi a raccontare dove l'ha vista, vicino a quali riferimenti della Terra, del suo orizzonte locale, e a che ora; eventualmente si può chiedere di farne un disegno. Tale richiesta, che può diventare un "compito a casa" che coinvolge i genitori dei bambini più piccoli (o anche i figli degli allievi adulti...), è un modo per darsi un appuntamento nel rivolgere tutti lo sguardo al cielo, a cercare di incontrare il medesimo oggetto nello stesso tempo.

Per i più grandi, si può offrire un cartoncino piegato a organetto, su cui disegnare ogni osservazione, aggiungendo le indicazioni precise della data e dell'ora in cui si è effettuato il disegno. In una stessa sera, se guardiamo rivolti a sud, si osserveranno gli astri andare da oriente a sud a occidente e in sere successive si osserverà il sorgere e tramontare delle stesse stelle sempre più presto. Per i pianeti, il Sole e la Luna si scoprirà che il loro essere "astri erranti" li porta a compiere percorsi meno regolari.



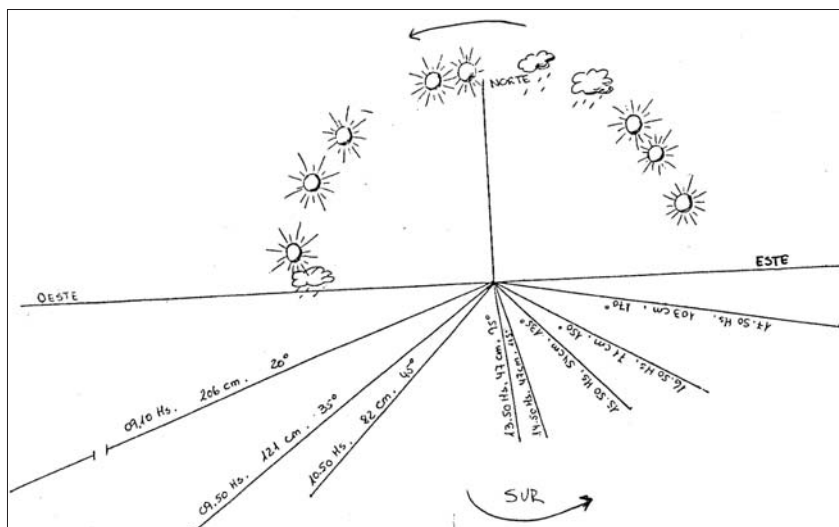
L'orizzonte occidentale con i punti del tramonto del Sole agli Equinozi e ai Solstizi, registrati a Chieti Scalo.

L'importante è fidarsi di ciò che si vede, è registrare ciò che si osserva e non anteporre le conoscenze teoriche all'evidenza della percezione visiva. In un secondo momento si avrà la possibilità di leggere, di confrontare tra loro, di capire e interpretare i disegni, ma è necessario che questi siano il più possibile fedeli rispetto al cielo che si è osservato.

Sull'orizzonte si viene a disegnare una farfalla del sorgere e tramontare del Sole durante l'anno: il Sole agli equinozi sorge nel punto cardinale est; al solstizio d'inverno sorge più a sud e al solstizio d'estate sorge più a nord.

Ma l'angolo letto sull'orizzonte tra i due solstizi per ogni luogo della Terra è diverso, perché dipende latitudine: all'Equatore è minimo, mentre ai Poli è massimo.

Strumenti molto utili per chi voglia guidare questo tipo di attività possono essere un testo di *Effemeridi* (dati sulle posizioni dei pianeti e della Luna, delle stelle visibili in un certo periodo, dei fenomeni celesti quali eclissi o stelle cadenti) che si può trovare, ad esempio, nelle riviste mensili di astronomia, oppure *L'Agenda del Cielo* (edita da New Press ogni anno): con tale strumento è anche possibile programmare le osservazioni dell'anno.



Il percorso del Sole verso nord e le ombre verso sud nell'emisfero sud (Patagonia). Che cosa cambia rispetto all'Italia?

Le canne di bambù del percorso del Sole e la rete da giardino

Due strumenti per registrare il percorso diurno osservato del Sole o della Luna

Le canne di bambù

Questa attività è nata durante un corso di aggiornamento triennale promosso dal MPI presso la Casa Laboratorio di Cenci nel 1983-1985, a cui parteciparono molti insegnanti di ogni ordine di scuola appartenenti e non al MCE. Ideai questa attività in alternativa alla registrazione in terra delle ombre di uno gnomone. Non mi appariva infatti semplice registrare su un supporto bidimensionale (il terreno, un foglio di carta) il percorso del Sole che si osserva nello spazio tridimensionale; non ritenevo così immediato, anche da un punto di vista simbolico, dare attenzione solo alle ombre volendo capire qualcosa del Sole, dunque della luce. Nelle attività abitualmente proposte, quelle che leggevo nei testi e di cui parlavano molti colleghi, l'attenzione e lo sguardo erano rivolti allo gnomone con le spalle al Sole, mentre mi sembrava importante essere rivolti verso l'astro per seguire il suo percorso diurno, a cui, forse non avevamo mai dato davvero attenzione continuata.

Il percorso del Sole in un giorno

Poiché non è possibile disegnare nel cielo, costruiamo un osservatorio che permetta di visualizzare nello spazio tridimensionale il percorso del Sole durante una giornata.

L'osservatorio è costituito da un "punto di vista" che resta fisso per tutto il lavoro e da cui si riguarda il Sole proteggendosi l'occhio con una lastrina da saldatore scura. Il punto di vista è un anello di metallo che può essere ruotato, posto in cima a un sostegno, a un'altezza comoda per chi guarda, dunque a circa 60 cm da terra. Il sostegno può essere costituito da un cavalletto per fotografia abbastanza alto o da un paletto infilato nel terreno con sopra un anello.

Intorno a questo si può tracciare un solco circolare con un raggio di un metro circa: a ogni osservazione nel solco viene piantata una canna verticale

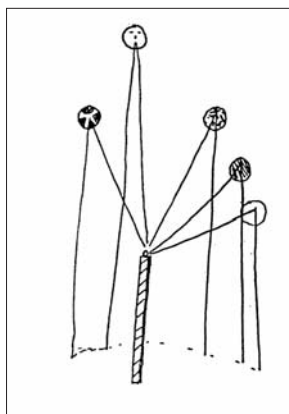
(o un palo diritto e abbastanza alto) nella direzione del Sole e di altezza tale che la sua cima vada a coprire esattamente il disco del Sole traguardato dall'anello: dunque una persona traguarda il Sole dal "punto di vista" e un'altra sistema la canna e la taglia all'altezza opportuna.

Per materializzare la direzione dello sguardo verso il Sole e del raggio di Sole verso l'occhio, viene teso un filo dall'anello fino alla cima della canna. È come se i fili andassero "dall'occhio al Sole" poggiando sulle canne. Le canne e i fili vengono dipinti secondo i colori che le persone attribuiscono al Sole e alla sua luce. In cima a ogni canna viene attaccato un



Sole, filo, occhio e ombra sono allineati.

Figura a lato: schema del percorso del Sole con le canne di bambù.



Sole dipinto o costruito con un materiale qualsiasi: carta crespata colorata, nastri, cartone, legni, fiori, conchiglie...

Per sostenere il lavoro di costruzione e nell'attendere gli spostamenti del Sole, possono esserci dei canti e dei racconti. Quando il Sole è più alto nel cielo, il mito di Fetonte che guida il carro di Elio può evocare il grande calore dell'astro; la mattina presto, il racconto del mito di Aurora può essere legato ai colori del cielo, mentre verso il tramonto possono esserci i racconti dei molteplici volti del dio del Sole egiziano e dei suoi viaggi sulle "barche della notte".

Un gesto appare cruciale all'inizio di tutti i lavori sulla luce del Sole e le ombre, al fine di interagire con le concezioni di chi apprende, circa la direzione delle ombre e la loro relazione con una sorgente di luce. Si tratta di indicare con un braccio teso il disco del Sole e con l'altro braccio teso l'ombra, in terra, della propria testa. In tal modo il Sole, le braccia e l'ombra della testa sul terreno vengono a trovarsi allineati: ognuno, a turno, può osservare gli altri con le braccia aperte a 180° e tutte tra loro parallele (si veda il capitolo *I teli per le ombre*). Se si vuole, ogni filo, dall'anello del punto di

vista, può proseguire fino a terra: il punto in cui il filo arriva a terra è anche il punto dove arrivano le estremità delle ombre della canna relativa a quel filo e dell'anello.

Alla fine della giornata tutti i dischi in cima alle canne restituiranno una traccia sensibile del percorso del Sole nel cielo. La costruzione è particolarmente significativa se si comincia presto al mattino, meglio se all'alba, e se si continua tutto il giorno fino al tramonto. Anche in questo caso un gesto appare cruciale alla fine del lavoro: indicare con il braccio teso verso il cielo, da oriente a occidente, la sequenza dei dischi colorati ripercorrendo il per-



Il piano dell'Equatore visualizzato con i fili da Leonarda Fucili.

corso osservato del Sole. In terra invece si legge la curva dell'estremità delle ombre come in uno gnomone usuale. Una linea retta nei giorni vicini agli equinozi, diretta da est a ovest, e un ramo di iperbole con convessità opposta tra primavera-estate e autunno-inverno. L'insieme dei fili tesi è perfettamente su un piano nei giorni vicini agli equinozi, mentre negli altri periodi i fili formano una superficie conica, con la convessità opposta tra primavera-estate e autunno-inverno. Provare per vedere! Durante una giornata d'equinozio, Leonarda Fucili, insegnante di

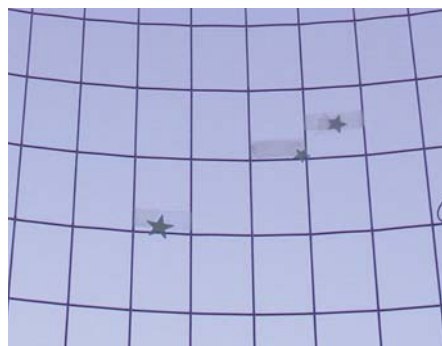
matematica e scienze nella scuola secondaria di primo grado, ha posto un mappamondo in posizione di *mappamondo parallelo* tra i fili tesi a visualizzare quel piano inclinato che passa proprio per l'Equatore Terrestre (si veda il capitolo *Il mappamondo parallelo*).

Per una classe tutto ciò è più facile da realizzare durante un'uscita oppure se la scuola ha a disposizione un giardino o un campo. Caratteristica di questa costruzione è la sua "trasparenza" che permette di confrontare il percorso del Sole in un giorno dell'anno con quello di qualsiasi altro giorno o con il percorso della Luna o di un pianeta o di una stella.

È possibile dunque vedere e registrare anche l'obliquità dell'Eclittica rispetto al cerchio dell'Equatore Celeste.

La distanza angolare tra due canne, presa sul terreno, fornisce la differenza in azimut tra le due posizioni del Sole: l'azimut cambia molto intorno al mezzogiorno e meno quando si è vicini al momento dell'alba e del

tramonto. Viceversa l'altezza angolare del Sole, che si legge come altezza rispetto al suolo di due canne vicine, cambia più rapidamente all'alba e al tramonto piuttosto che intorno a mezzogiorno. Tra le canne del mezzogiorno quella del Solstizio d'estate è la più alta e quella del Solstizio d'inverno è la più bassa dell'anno: ma la differenza rispetto alla canna degli Equinozi è maggiore nel caso del Solstizio d'estate. Infatti con questo strumento si ha una proiezione cilindrica proprio come nei planisferi in cui dall'Equatore al Polo si ha una deformazione sempre maggiore dei paesi raffigurati (vedi *Gli orologi solari*). Invece, nella cupola sferica (vedi *La cupo-*



Tre posizioni successive di un astro registrate sulle maglie della rete.

(a sinistra) Registrazione della posizione del Sole sulla rete.

la) si vede bene la simmetria dei Solstizi rispetto agli Equinozi.

Attenzione!

Che cosa vuol dire esattamente l'altezza del Sole? L'altezza del Sole è una distanza angolare e dunque è espressa da un angolo: si tratta dell'angolo tra il Sole (un raggio di Sole) e il piano orizzontale. Non è dunque una distanza lineare espressa in metri o in chilometri!

Se non si ha la possibilità di piantare in terra delle canne o di farle reggere infilando in vasi pieni di terra o in appositi supporti, si possono tendere dei fili verso i rami di un albero o verso una recinzione, avendo cura di mantenere fisso il punto di osservazione.

La rete da giardino

Durante il corso residenziale a Cenci del 2003 abbiamo iniziato a sperimentare un cilindro di rete metallica a maglie rettangolari, alto circa 3 m disposto su una circonferenza di circa 2 m di diametro e aperto verso nord

Il mappamondo parallelo

Uno strumento per ragionare sulla nostra posizione sulla Terra e per osservare ciò che avviene altrove

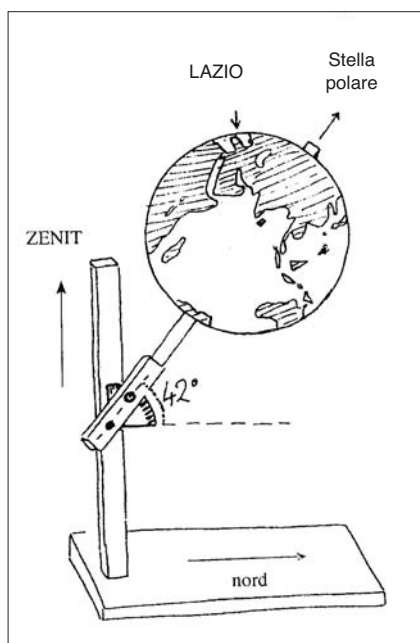
*La luna e le stelle non sono sopra di noi,
è la Terra a essere sotto i nostri piedi.*

Proverbio del Marocco

Il *mappamondo parallelo* è un globo terrestre che si orienta come la Terra nello spazio, con la Stella Polare a continuazione dell'asse del globo in direzione nord, osservando il quale è possibile capire il movimento del Sole intorno al pianeta: sorgere e tramontare, essere allo zenit, essere a oriente, produrre le ombre...

«Grande è la battaglia tra la scienza e l'opinione popolare: da un lato si dice che gli uomini sono sparsi in tutta la Terra e che hanno i piedi contrapposti, e che per tutti è simile lo zenit, e che da ogni parte si cammina stando allo stesso modo nel centro della Terra. Dall'altra ci si chiede perché non cascano giù i nostri antipodi, come se anche loro non avessero tutte le ragioni di stupirsi perché non caschiamo noi...»

Plinio, *Naturalis Historia*



Questo strumento è nato tanti anni fa ed è tornato in uso negli anni Ottanta. Durante la sua infanzia, Franco Lorenzoni aveva conosciuto un mappamondo orientato realmente nella stessa direzione della Terra, collocato tra i rami di un ulivo da Bruno Brunelli, fisico al Sincrotrone di Frascati. Quando, negli anni successivi, ne abbiamo parlato insieme, abbiamo smontato un mappamondo dall'usuale supporto per cominciare a orientarlo, a osservarlo e a ragionarci sopra.

Con il tecnico del Laboratorio di Didattica delle Scienze dell'Università "La Sapienza" abbiamo così iniziato a costruire, negli anni Ottanta, *map-*

pamondi paralleli, che possono essere sistemati in modo da risultare in posizione omotetica rispetto alla sfera del pianeta Terra: si tratta dunque di un rimpicciolimento della Terra sistemato nella sua stessa posizione rispetto al Sole e alle stelle fisse. A completamento, abbiamo ideato un piedistallo e aggiunto un goniometro.

Oggetti simili a questo, ho scoperto in seguito, esistevano fin dai tempi dei romani e avevano già un loro utilizzo in esperienze di tipo didattico. Ma la nostra originalità consisteva nello smontare i mappamondi usuali e riutilizzarli per un nuovo oggetto battezzato *mappamondo parallelo*. All'in-



La "Bola del Piquío" a Santander, Spagna.



La bola magica" di cartapesta, Bilbao (Spagna).

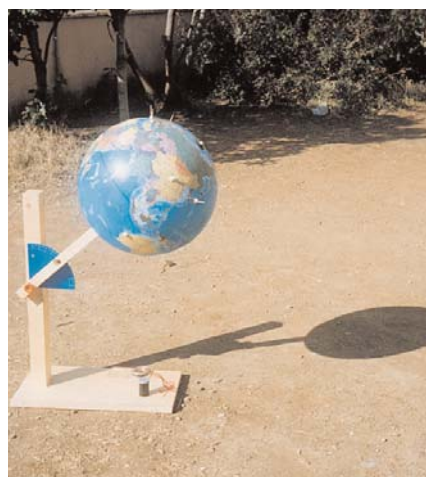
terno di un percorso di conoscenza, tale strumento consente di aiutare a prendere coscienza da un punto di vista, fisico, astronomico e geometrico del fatto che il mondo è rotondo.

Inoltre il *mappamondo parallelo* è particolarmente efficace se usato insieme alla *sdraio celeste*.

Un mappamondo "normale" posto sul suo piedistallo è, da un punto di vista geometrico, "simile" alla Terra, mentre il nostro mappamondo è "omotetico" alla Terra vera. Questo vuol dire che l'asse del mappamondo è parallelo all'asse del mondo che passa per i poli e per il centro della Terra e che il piano tangente in ogni punto del mappamondo risulta parallelo al piano orizzontale del corrispondente paese sulla Terra. In particolare il piano orizzontale dell'osservatore risulta parallelo al piano tangente il mappamondo nel suo punto più alto, così che tutto il mondo risulta sotto di esso proprio come noi abbiamo tutto il mondo sotto i nostri piedi.

Il *mappamondo parallelo* ha viaggiato nel mondo, soprattutto in Spagna e in Argentina, dove ha trovato nuove realizzazioni. In Spagna, Esteban Esteban lo chiama *la bola magica* (la sfera magica) per sottolineare la

giorno (l'ombra è diretta lungo il meridiano, verso nord o verso sud), dove il Sole è allo zenit (l'ombra sparisce sotto lo stecchino), dove il Sole è a oriente e quindi è mattina (l'ombra è diretta verso occidente).



(sopra) Il mappamondo parallelo esposto nel giardino di una scuola di Roma.

(a sinistra) "Il mondo", installazione di Niki De Saint Phalle esposta presso il Giardino dei Tarocchi a Capalbio, Grosseto.

Un altro percorso

Durante un incontro del progetto *Giornate tra cielo e terra*, Lucia Corbo, insegnante di scuola superiore, dopo aver condotto il laboratorio, scriveva le seguenti osservazioni. «Preparo il mappamondo in posizione verticale e poi chiedo: come lo orientiamo? In genere molti si preoccupano di inclinarlo di circa 23° , poi qualcuno nomina il nord e io li invito a cercare questa direzione: se non si ha la bussola, ci si può servire del Sole o della Stella Polare. Ma dove si trova la Stella Polare sul nostro orizzonte? Pensiamo ai casi limite del Polo Nord e dell'Equatore, ragioniamo sulla latitudine di un luogo e la relativa altezza della Stella Polare: la latitudine è uguale all'altezza della Polare sul piano dell'orizzonte, lo stesso angolo (si veda il *teodolite*). Dunque a Roma circa 42° . Col braccio teso cerchiamo questo angolo.

Orientato il mappamondo, scopriamo di essere in cima al mondo!

Con un omino di pongo osserviamo ora le ombre: vanno verso occi-