

TERRA E UNIVERSO

P. Catalani, E. Giordano, O. Mautone, E. Miotto

Grandi cose per verità in questo breve trattato propongo all'osservazione e alla contemplazione di quanti studiano la natura.

Grandi, dico, e per l'eccellenza della materia stessa, e per la novità non mai udita nei secoli, e infine per lo strumento mediante il quale queste cose stesse si sono palesate al nostro senso.

(Galileo, *Sidereus Nuncius*, 1609)

Eppure il cielo è stato il primo grande laboratorio che ha stupito, a volte spaventato e comunque stimolato le menti dei nostri più antichi progenitori.

(M. Hack in Lanciano, 2002)

Quasi non si permette che incomincino a sapere chi sono, che cosa nell'Universo li commuove o li inquieta, prima di dare a tutti un sapere omogeneo e un destino «esteriore».

(William Ospina, 2006)

Introduzione

Il tema Terra e Universo, visto nei suoi aspetti di astronomia osservativa è entrato solo di recente come argomento da affrontare in modo sistematico in classe fin dalla Scuola Primaria

A fronte della presenza sempre molto alta di bambini e adulti alle iniziative dell'educazione informale ed extra scolastica da parte di planetari, osservatori, ecc. la scuola finora non è riuscita a soddisfare le curiosità sul cielo e a dare senso alla conoscenza disciplinare astronomica in uno sviluppo longitudinale coerente in sé e con l'esperienza quotidiana.

Il tema Terra e Universo, visto nei suoi aspetti di astronomia osservativa è entrato solo di recente come argomento da affrontare in modo sistematico in classe fin dalla Scuola Primaria.

Molti dei contenuti ad esso riferibili sono in verità presenti in diverse discipline, ma essi vengono trattati spesso in modo funzionale all'apprendimento di concetti e metodi di indagine specifici. Il tema infatti ha forti connessioni con fisica in primis luce (è solo radiazione quella che ci arriva dall'universo vicino e lontano) e forze e movimento, con geologia, con matematica, ma anche con discipline dell'ambito storico-antropologico e linguistico-letterario.

Si comprendono le ragioni delle difficoltà nella didattica dell'astronomia: il contrasto tra i tempi dei fenomeni astronomici e quelli della scuola, tra gli spazi ampi del cielo e quelli ristretti del chiuso delle aule; la necessità di aspettare gli eventi e non perdere appuntamenti irripetibili; l'inevitabile complessità e intreccio di punti di vista e fattori. Ma esse possono costituire in realtà il grande valore aggiunto del tema Terra e Universo e un'occasione di rinnova-

mento della didattica scientifica nella direzione auspicata anche dal piano ISS. Lo scopo di questo scritto è dunque quello di fornire un appoggio e un aiuto perché questa occasione venga sfruttata, intendendo questo testo come complementare alle iniziative già realizzate in presenza e a quanto condiviso in rete. Nella stesura di questo scritto, visti gli scopi e gli inevitabili limiti di dimensione, ci siamo trovati davanti alla scelta dello spazio da dare a diversi ingredienti tutti necessari per aiutare i docenti nella progettazione e gestione di un lavoro in classe che si potesse in vario modo riferire al nostro tema: la presentazione della struttura concettuale; l'approfondimento degli aspetti didattici e cognitivi peculiari; l'esemplificazione attraverso percorsi dedicati all'astronomia osservativa delle idee fondanti di ISS e degli obiettivi e metodi richiamati sinteticamente nell'introduzione di Paolo Guidoni.

Abbiamo scelto di privilegiare quest'ultimo aspetto, a cui viene dedicato la maggior parte del lavoro, cercando anche di tenere conto, valorizzandoli, di alcuni dei limiti e delle difficoltà appena segnalate. Abbiamo infatti scelto di presentare un percorso didattico, già a tratti sperimentato su diversi livelli scolari, centrando l'attenzione su pochissimi concetti fondamentali non solo nel percorso astronomico e inevitabili da trattare in qualsiasi percorso di educazione scientifica e tecnologica.

Un percorso più ampio sul tema Terra e Universo che riesca a dare un'idea del suo possibile sviluppo longitudinale e mostri alcune delle sue molteplici dimensioni trasversali è stato oggetto di passati lavori, nell'ambito della ricerca didattica e nell'ambito di ISS, reperibili nei testi e siti citati in bibliografia³⁹. Analogamente nei testi e nei siti si approfondisce la struttura concettuale rivista alla luce dello sviluppo cognitivo degli allievi e della necessità che le conoscenze si costruiscano su tempi lunghi con senso e coerenza.

Ad essi rimandiamo e qui nella prima parte ci limitiamo a presentare in forma molto schematica le reti di attività e concetti sulle quali andare a costruire percorsi didattici di diversa ampiezza e approfondimento.

In appendice si accenna alla peculiarità del tema per l'esemplificazione di alcuni aspetti didattici e cognitivi generali.

Abbiamo scelto di presentare un percorso didattico, già a tratti sperimentato su diversi livelli scolari, centrando l'attenzione su pochissimi concetti fondamentali

³⁹. Per i testi più difficili da reperire auspichiamo che vengano messi in piattaforma a disposizione della comunità.

La scelta del tema

*Sembra assurdo che ci rinchiudano in recinti chiusi
per iniziarci alla conoscenza della natura, che
dobbiamo ascoltare per ore e per mesi un sapere noioso
e fossile mentre fuori scorre il miracolo del mondo.*
(William Ospina, 2006)

*Chi mira più alto, si differenzia più altamente; e 'l volgersi al
gran libro della natura, che è 'l proprio oggetto della filosofia,
è il modo per alzar gli occhi.*
(Galileo Galilei, *Dialogo sopra i massimi sistemi*, 1632)

Il tema Terra e Universo, come abbiamo detto, può sembrare lontano dalla pratica della scuola e dalla sua organizzazione nello spazio e nel tempo.

In realtà sono molte le idee che possiamo riferire a questo ambito che sono normalmente affrontate fin dalla scuola dell'infanzia, solitamente in discipline diverse: l'organizzazione del tempo: giorno (di/notte), settimana, mese, anno, calendario; le stagioni; la suddivisione del globo in fasce climatiche (delimitate da tropici e circoli polari); paralleli e meridiani; latitudine e longitudine; fusi orari; punti cardinali, ecc. Queste conoscenze rimangono spesso frammentarie e legate all'ambito in cui sono introdotte.

Mettendosi da una prospettiva astronomica si riesce invece a ricostruire un quadro coerente in cui queste idee assumono un valore, non tanto in quanto nozioni e informazioni, ma in quanto elementi della formazione culturale più generale.

Questa necessità è stata recepita dalle Indicazioni Nazionali che propongono nella parte delle scienze i seguenti obiettivi.

Obiettivi di apprendimento al termine della classe terza di Scuola Primaria

Acquisire familiarità con la variabilità dei fenomeni atmosferici (venti, nuvole, pioggia, ecc.) e con la periodicità su diverse scale temporali dei fenomeni celesti (di/notte, percorsi del sole, fasi della luna, stagioni, ecc.).

Obiettivi di apprendimento al termine della classe quinta della Scuola Primaria

Proseguire le osservazioni del cielo diurno e notturno su scala mensile e annuale avviando, attraverso giochi col corpo e costruzione di modelli tridimensionali, all'interpretazione dei moti osservati, da diversi punti di vista, anche in connessione con l'evoluzione storica dell'astronomia.

Obiettivi di apprendimento al termine della classe terza della Scuola Secondaria di Primo Grado

Proseguire l'elaborazione di idee e modelli interpretativi dei più evidenti fenomeni celesti attraverso l'osservazione del cielo diurno e notturno nel corso dell'anno.

Sono molte
le idee
che possiamo
riferire
a questo
ambito
che sono
normalmente
affrontate fin
dalla scuola
dell'infanzia

Interpretarne i fenomeni osservati anche con l'aiuto di planetari e/o simulazioni al computer.

In particolare precisare l'osservabilità e l'interpretazione di latitudine e longitudine, punti cardinali, sistemi di riferimento e movimenti della Terra, durata del dì e della notte, fasi della luna, eclissi, visibilità e moti osservati di pianeti e costellazioni.

A questi obiettivi specifici ne vanno aggiunti di concettuali, cognitivi e più in generale culturali del tema: **dare senso** al mondo che ci circonda e arrivare a costruirsi una visione coerente e via via più ampia della nostra posizione nello spazio e nel tempo tanto fisico/astronomico quanto sociale, storico, geografico, ecc.; riappropriarsi della capacità di **osservare** (di **emozionarsi**, di stupirsi, di provare timore, ma anche voglia di **capire**) cosa accade nel cielo di giorno e di notte al Sole, alla luna, alle stelle; **immaginare** come sarà il cielo in un altro luogo, in un altro punto sulla Terra, o come cambierà in uno stesso luogo al passare del tempo; **costruire** e maneggiare **modelli** di appoggio all'immaginazione e all'interpretazione; provare a **interpretare** quello che si osserva, **da diversi punti di vista**; rendersi conto che i punti di vista sono sistemi di riferimento (nel senso tecnico del termine), ma sono in generale **modi di guardare**, prospettive culturali, filosofiche; chiedersi perché e come gli uomini hanno cambiato punto di vista, nel corso della storia, nell'interpretazione del cielo osservato; capire come si concilia quello che si osserva con quello che si sa, con quello che dicono davvero gli scienziati del pianeta Terra, della Terra nel sistema solare e di questo nella galassia e nell'Universo.

Tutti questi obiettivi hanno guidato la progettazione e la realizzazione del percorso in classe che sarà esemplificato nei paragrafi successivi. Solo a tratti questi obiettivi sono dichiarati esplicitamente. Auspichiamo che essi possano comunque essere riconoscibili dai docenti colleghi sia nel lavoro di lettura individuale sia nel successivo lavoro di condivisione in presenza e in rete ai fini della programmazione delle attività del prossimo anno scolastico.

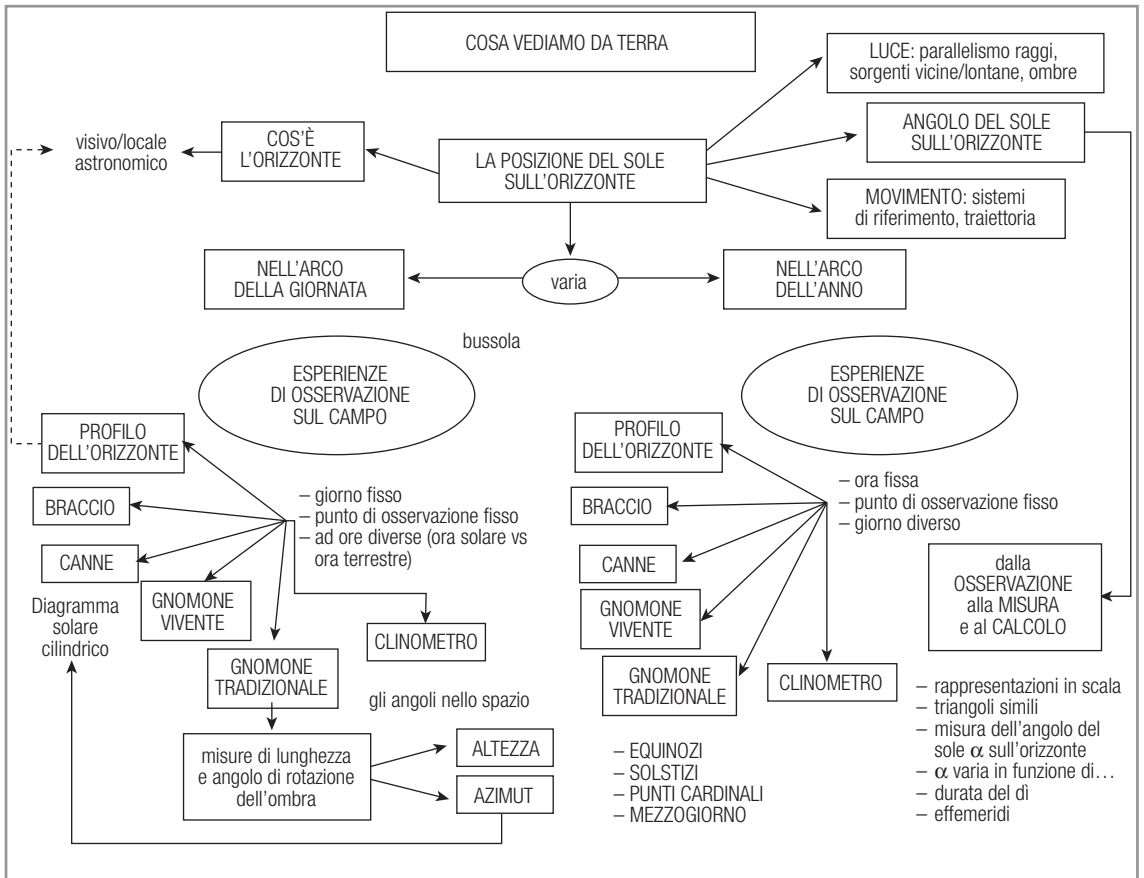
A questi obiettivi specifici ne vanno aggiunti di concettuali, cognitivi e più in generale culturali del tema: dare senso al mondo che ci circonda e riappropriarsi della capacità di osservare

Visione sintetica del tema Terra e Universo

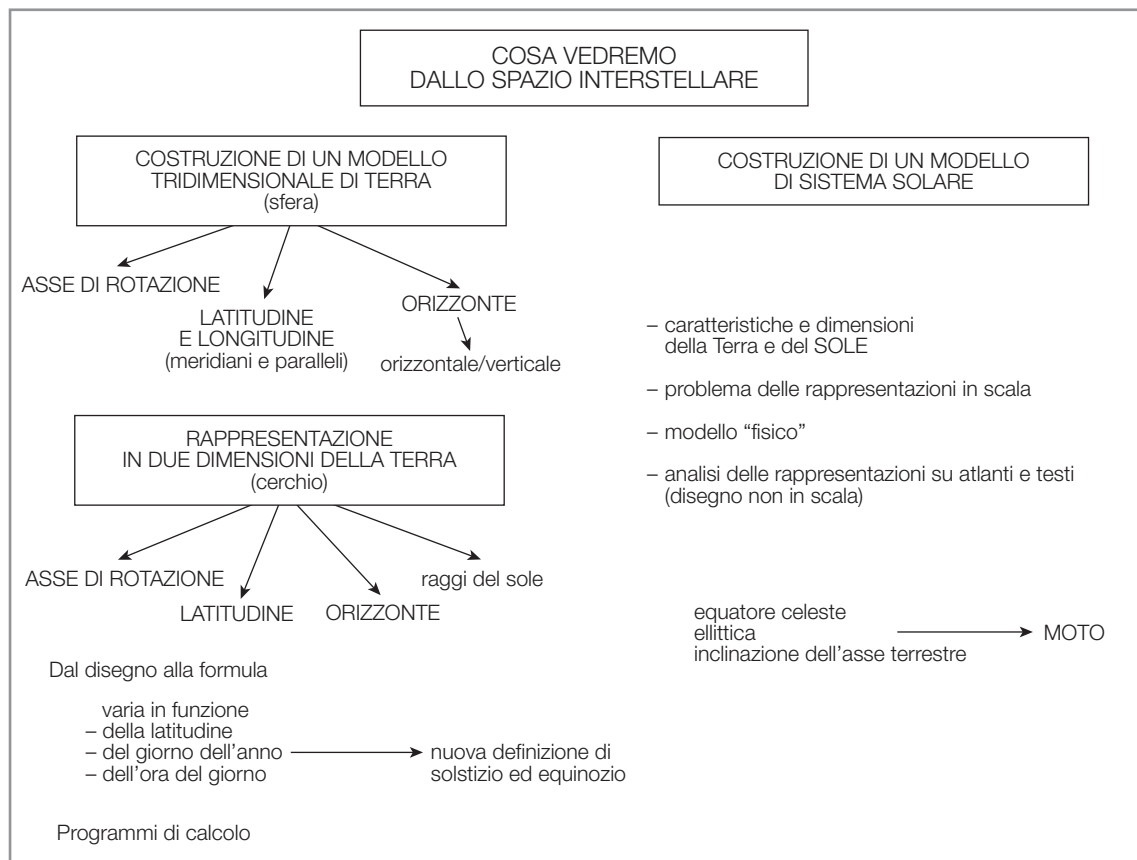
Come abbiamo detto non approfondiamo qui la struttura concettuale del tema e il ripensamento dei contenuti portato avanti negli ultimi anni dalla ricerca didattica (Giordano, Lanciano, Pantano, Rossi, 2009). Qui ci limitiamo a rappresentare schematicamente la rete di concetti e attività fondamentali attraverso due mappe di osservazione/interpretazione del cielo da due diversi punti di vista. (Figure 1 e 2)

▼ **Figura 1** • Schema delle attività e dei concetti coinvolti nel percorso di astronomia osservativa dedicato alla visione dei fenomeni celesti da Terra.

Per tutte le esperienze e osservazioni da realizzare è indispensabile la determinazione del piano orizzontale e della direzione verticale nel punto di osservazione.



▼ **Figura 2** • Schema delle attività e dei concetti coinvolti nel percorso di astronomia osservativa dedicato alla visione dei fenomeni celesti da parte di un osservatore posto lontano dalla Terra. Dal modello è possibile reinterpretare il piano orizzontale locale come piano tangente alla Terra nel punto di osservazione e la verticale locale come direzione radiale.



Le mappe sono reperibili anche sul sito

<http://didascienze.formazione.unimib.it/Luce/Enrica/schema1.html>

Il percorso

Nelle pagine che seguono proviamo a tracciare un percorso fisico-astronomico, dedicato alla costruzione di un segmento molto piccolo di conoscenza, i concetti di **orizzontale e verticale** che si incontrano in diversi punti delle due mappe sovrastanti. Si tratta della rilettura sotto questa chiave particolare di esperienze lunghe di insegnamento dalla scuola dell'infanzia alla Secondaria di Primo Grado, dedicate alla costruzione della rete complessiva con lo scopo di mostrare come sia possibile costruire una visione (fisica, ma non solo) della

propria posizione nello spazio attraverso la determinazione operativa e teorica di punti, direzioni, angoli e piani fondamentali in particolare la *direzione verticale* e il *piano orizzontale*.

Orizzontale e verticale: com'è la situazione?

Idee ed esperienze legate a «orizzontale e verticale», sono solitamente presenti in diversi contesti in cui compaiono con diversi significati:

- nella *vita quotidiana*: legate inconsapevolmente ad «alto/basso», agli oggetti che cadono, alla nostra esperienza corporea dello stare in piedi o sdraiati, a quella del montare correttamente tavoli o mobili; citate esplicitamente in contesti diversi, dalle parole crociate alle opzioni di stampa del PC⁴⁰;
- nelle ore di *matematica*: spesso gli assi x e y sono detti assi orizzontali e verticali; analogamente i segmenti paralleli al lato del foglio più vicino all'allunno sono indicati col termine orizzontale e quelli paralleli al lato ad esso perpendicolare col termine verticale⁴¹;
- nelle ore di *geografia* e negli oggetti (mappe e globi) che ci circondano: le carte sono solitamente appese al muro con i meridiani «verticali» e paralleli tra loro, il nord «in alto» e i paralleli «orizzontali»; il globo-mappamondo, con meridiani e paralleli diversi da quelli delle carte, solitamente ha una base orizzontale e ruota intorno a un asse a inclinazione fissa;
- nelle ore di *tecnica* e nelle esperienze di costruzione: si usa la livella o la superficie libera dell'acqua ferma in un contenitore per verificare se un piano è dritto (orizzontale) e il filo a piombo per la posizione corretta di muri e altre superfici (verticali);
- nelle ore di *fisica* si introduce la forza-peso e la forza di gravità, si scompongono i moti di caduta (libera, sul piano inclinato, ecc.) in due direzioni perpendicolari che a volte coincidono con orizzontale e verticale, ma in generale sono scelte in modo arbitrario e funzionale a risolvere, nel modo più veloce ed elegante, il problema posto.

E potremmo continuare.

Per i ragazzi, e spesso anche per gli adulti, esistono dunque diversi significati di «orizzontale e verticale» evocati da contesti diversi, senza che si ponga espli-

Per i ragazzi,
e spesso anche
per gli adulti,
esistono
dunque diversi
significati
di «orizzontale
e verticale»
evocati
da contesti
diversi

⁴⁰. Che in una pessima traduzione italiana è diventato «orizzontale» per la stampa «per il lungo» laddove l'inglese più correttamente usa «landscape».

⁴¹. Senza rendersi conto che è solo un modo rapido (convenzionale, scolastico) di designare assi e segmenti e che la situazione non è «fisicamente» equivalente per l'insegnante che disegna alla lavagna e per i ragazzini che lavorano sul banco.

citamente la necessità di cercare relazioni e coerenze tra questi diversi significati e senza comprendere cosa è arbitrario, cosa è convenzionale e cosa ha ragioni fisiche indipendenti da noi.

La nostra proposta

Nel programmare un eventuale percorso, attraverso la Scuola dell'Infanzia, Primaria e Secondaria, si deve pensare a una struttura complessa, riferirsi a un'immagine del sapere i cui elementi sono intrecciati tra loro e da soli sembrerebbero insignificanti; dal punto di vista cognitivo si tiene presente che l'apprendimento è multidimensionale, contestualizzato, individuale, con personali stili cognitivi e con personali tempi di elaborazione.

Nella realizzazione in classe si procede quindi in modo reticolare, non lineare e si seguono diverse direzioni suggerite dall'osservazione e dall'interrelazione con gli altri e con l'ambiente circostante. Hanno un ruolo fondamentale le relazioni tra pari nella scoperta e nella costruzione di conoscenza. Ha un ruolo fondamentale, di mediatore culturale, l'insegnante: fa nascere motivazione, invita alla osservazione, attiva la memoria collettiva, riporta all'attenzione dei ragazzi esperienze già vissute; ribadisce quelle, tra le affermazioni fatte, su cui vuole che si rifletta, evidenzia le parole chiave, coglie i gesti che raccontano e invita a cercare le parole per dire, orienta con domande specifiche, cura la relazione e l'ascolto di tutti.

Il resoconto che segue, essendo la narrazione a posteriori, può rendere solo in parte la ricchezza e la complessità di questi processi che auspichiamo possano trovare ampio spazio di condivisione nella comunità ISS nel prossimo anno.

Il posto «mio»: primi approcci all'orientamento

Può essere utile distinguere vari tipi di spazio in base alla sua dimensione e alla nostra relazione con esso: stiamo 'dentro' o 'fuori', ci è tutto 'vicino' o no, possiamo vedere uno spazio, percorrerlo o solo immaginarlo. Quando guardiamo il cielo distesi su un prato siamo dentro la sfera del cielo e siamo sopra la superficie della sfera della Terra. (Lanciano, 2002)

Ho capito, allora abbiamo la testa in cielo e i piedi sulla Terra. (alunna di prima elementare)

Percorrendo un ipotetico curriculum, a partire dalla scuola dell'infanzia, si individuano alcuni «nuclei» centrali su cui si articolano le attività: il corpo, la per-

Nel programmare un eventuale percorso, attraverso la Scuola dell'Infanzia, Primaria e Secondaria, si deve pensare a una struttura complessa i cui elementi sono intrecciati tra loro

cezione, il movimento; l'orientamento, nello spazio e nel tempo; la costruzione dei riferimenti spaziali attraverso l'osservazione dello spazio circostante; l'osservazione del cielo, di giorno e di notte; la costruzione di strumenti per registrare il movimento e rilevare anche in modo quantitativo il cambiamento.

Le prime tappe

L'obiettivo del lavoro sull'orientamento è quello di affinare la capacità del bambino di collocarsi nel mondo che lo circonda e di definire la propria posizione nello spazio, che via via si amplia, fino a trovare la posizione della Terra rispetto ai corpi celesti e in particolare rispetto al Sole.

Il **posto mio** è strettamente connesso al **mio corpo**, a ciò che il mio sguardo coglie dinanzi a sé e a ciò che colgo ruotando la testa a destra, a sinistra, alzando lo sguardo e abbassandolo.

Dall'identificare il proprio posto nello spazio, connesso al proprio radicamento, al proprio **appoggio** alla terra (è il concetto di gravità che entra in gioco: i concetti di alto e basso, per noi così naturali, derivano dalla forza di gravità e i bambini la sperimentano con la scoperta e la conquista di tutte le posizioni sulla «terra»; scoprono la fatica di salire, di arrampicarsi e la spontaneità e la velocità del cadere), al passaggio alla relazione con lo spazio intorno.

Se giro lo sguardo e ruoto la testa, senza spostare il corpo, posso osservare, non solo quello che c'è dinanzi a me, ma tutto intorno e, per vedere dietro di me, devo ruotare anche il mio corpo. Imparo a comporre le due rotazioni quella della testa e quella del corpo per abbracciare un orizzonte di 360°.

Questa prima fase è incentrata sulla percezione della propria posizione: l'io che vede è il punto di riferimento. E l'io costruisce «relazioni» con lo spazio intorno a sé e con le cose nello spazio.

La possibilità di movimento e di cambiamento di posizione nello spazio accresce la consapevolezza del **proprio posto**.

Il fatto stesso che io mi possa muovere, mi mette di fronte alla necessità di individuare delle cose «fisse» che diventano il mio punto di riferimento, personale, locale e anche temporaneo.

«Fuori della mia scuola c'è il mare! Il luogo delle barche, delle navi, dei pesci, delle onde...»⁴².

In altri luoghi ci sarà un fiume, un ponte, il campanile della chiesa, le ciminiere delle fabbriche, le insegne pubblicitarie.

Lo spazio, prima di tutto, con i vari passaggi che abbiamo descritto, viene «immaginato», «attraversato», «vissuto»: prima di percorrerlo, immaginiamo le cose

L'obiettivo
del lavoro
sull'orientamento
è quello
di affinare
la capacità
del bambino
di collocarsi
nel mondo
che lo circonda
e di definire
la propria
posizione
nello spazio

42. Siamo nella scuola di Olga Mautone a Bagnoli (Napoli).

che incontreremo⁴³, le descriviamo, le disegniamo e poi andiamo a osservare. Lavori molto interessanti sulla costruzione di **mappe** nella scuola dell'infanzia e nella Scuola Primaria prendono l'avvio da quanto descritto sopra.

La mappa si costruisce su un percorso realizzato e le prime mappe rappresentano il territorio intorno alla scuola. Si esce e si decide in che direzione «volgere lo sguardo» e andare: a destra o a sinistra.

«A sinistra c'è il mare e dall'altra parte le case e la scuola e un po' più in là c'è il «pontile dell'ex Italsider» (nuovo punto di riferimento); percorriamo lo spazio, lo agiamo, ne percepiamo le caratteristiche (rettilineo, curvo, largo, stretto) e lo «rappresentiamo».

Si allarga l'orizzonte, si cercano nuovi e più significativi punti di riferimento: «il castello che sta sul mare, il Castel dell'Ovo, il castello che sta in collina, il Castel Sant'Elmo, il basso e l'alto».

Alto/basso

*Ed è proprio così che ci costruiamo lo spazio:
con un alto e un basso, una sinistra ed una destra,
un davanti e un dietro, un vicino e un lontano. (M. Lodi)*

*Da un aereo per la Sicilia, la nuvola sembra uno scoglio a mare.
(Dal testo libero di Tommy, un bambino di prima elementare)*

È molto interessante «leggere» le rappresentazioni dello spazio che fanno i piccoli, il segno che via via diventa la strada percorsa, con i particolari osservati. Significativi sono i disegni e i modelli che i bambini si sono costruiti per rappresentare e interpretare l'esperienza.

È evidente che, nel rappresentare sul piano bidimensionale i fatti osservati che sono in uno spazio tridimensionale, si incontra una grandissima difficoltà: i bambini trovano una strategia per rappresentare la complessità dentro cui sono immersi e provano a disegnare ciò che vedono.

Non c'è relazione dimensionale né di orientazione tra gli oggetti della rappresentazione: questo avverrà gradualmente ed è un processo che l'insegnante deve accompagnare.

L'osservazione attenta e la descrizione puntuale di ciò che si vede, l'uso della macchina fotografica, la visione di immagini prodotte da altri, da pittori e fotografi, può aiutare a riconoscere le relazioni di grandezza relativa, di vicinanza o lontananza, di proporzione.

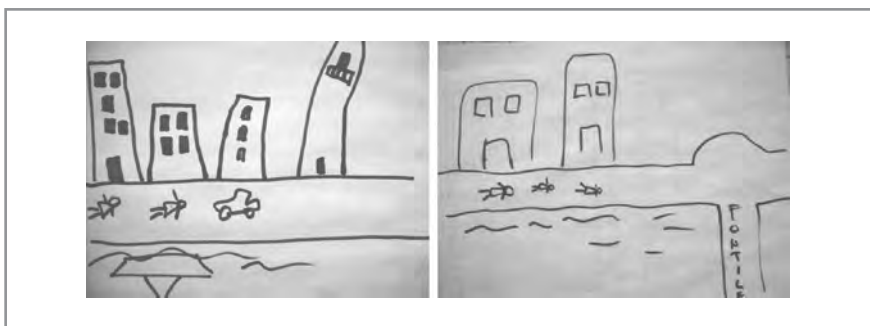
⁴³. Nei primi giorni di prima elementare, alla proposta di andare a scoprire questo luogo sconosciuto, che è la nuova scuola, segue l'invito a immaginare.

È molto
interessante
«leggere» le
rappresentazioni
dello spazio
che fanno
i piccoli, il segno
che via via
diventa la strada
percorsa,
con i particolari
osservati

Anche la proposta di un diverso utilizzo del foglio per rappresentare lo spazio attraversato può essere un passaggio indispensabile: un lungo rotolo di carta da sottoparato, appoggiato per terra, «è come» la strada percorsa e, percorrerlo prima di disegnarvi sopra, è una fase necessaria per arrivare a uno spazio simbolizzato.

Altro passaggio è arrivare a rappresentare su un unico foglio piatto quello che nello spazio si trova su piani diversi.

▼ **Figura 3** • Disegni tipici dei bambini della scuola elementare.



▼ **Figura 4** • Disegni di bambini della scuola dell'infanzia.



La rappresentazione grafica mostra il livello di comprensione e competenza raggiunto, alcune sono interpretazioni «fantastiche» di quanto hanno visto, altre sono rappresentative anche dell'esperienza pregressa, altre sono notevoli intuizioni, altre ancora sono elaborazioni consapevoli e sistematiche dell'esperienza.

Non è assolutamente banale riflettere sull'orientamento di chi disegna alla lavagna (in genere l'insegnante) e sull'orientamento fisico diverso di chi disegna o scrive su un foglio (in genere il bambino): sulla lavagna esiste un'unica direzione verticale e un'unica direzione orizzontale. Sul banco, invece? La direzione verticale viene «immaginata» e, a volte, un po' distorta! E l'orizzontale?

La lavagna si trova su un piano verticale, il foglio su un piano orizzontale; in entrambi i casi essi diventano basi per rappresentazioni astratte in cui le cose rappresentate non appartengono a nessuno di questi piani o a più di essi contemporaneamente. È un passaggio non banale.

Il bambino sa che la terra è giù e che il cielo è in alto, per cui disegna la striscia di terra giù e la striscia del cielo in alto. In mezzo c'è il vuoto finché viene il momento in cui la sua ricerca porta il bambino a riempirlo, individuando l'orizzonte, disegnando ciò che è vicino come grande e ciò che è lontano come piccolo. I canoni dell'arte infantile non coincidono con quelli dell'arte classica: non c'è la prospettiva, non ci sono le proporzioni, non c'è il chiaroscuro. (M. Lodi)

L'orizzonte si allarga fino ad arrivare a comprendere il cielo: si osservano e si registrano le variazioni di luminosità durante la giornata scolastica, in base alle condizioni meteorologiche, durante l'alternarsi delle stagioni.

Ed è naturale ragionare sull'orizzonte e su come cambia se le osservazioni si fanno da casa o da scuola.

Dalle osservazioni alle registrazioni

(Sarsi) forse stima che la filosofia sia un libro e una fantasia d'un uomo, come l'Iliade e l'Orlando Furioso, libri ne' quali la meno importante cosa è che quello che vi è scritto sia vero. Signor Sarsi, la cosa non istà così. La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi agli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro labirinto. (Galileo Galilei)

Fin qui abbiamo avuto un approccio sostanzialmente qualitativo, caratteristica che permane per tutto il ciclo elementare; c'è, però, necessità di «disciplinare» quello che viene osservato, scoperto, perché sia una vera conquista.

Impariamo a registrare e misurare, successivamente, movimenti.

Non è
assolutamente
banale
riflettere
su come è
orientato
nello spazio
chi disegna
alla lavagna
e chi disegna
o scrive
su un foglio

A partire dalla terza elementare, quando i bambini hanno acquisito una buona strumentalità nel rappresentare con vari codici quello che osservano e hanno avuto occasioni ripetute di fare osservazioni e rilevazioni, si avviano attività di costruzione e utilizzo di strumenti che aiutano i nostri occhi e i nostri sensi a vedere ed a capire le cose che si vedono.

Disegni di orizzonti

Le finestrelle del cielo e le finestrelle astronomiche.

Durante il tempo della giornata scolastica riprendiamo a osservare il cielo e a fotografarlo nelle sue variazioni di luminosità; osserviamo e riprendiamo, sia con la macchina fotografica che con il disegno e la pittura, sempre lo stesso orizzonte: davanti alla scuola si apre uno spazio di mare delimitato ai suoi estremi da due promontori (Capo Posillipo e Nisida alla nostra sinistra e Capo Miseno e Ischia sullo sfondo alla nostra destra).

Nei pomeriggi invernali questo spazio osservato si tinge dei colori del tramonto e, a volte, all'uscita da scuola, alle 16,30 si illumina di colori rosso-arancio-viola e della luce di Venere che appare a Ovest.

Sulla parete dell'aula si riportano le foto scattate, nelle cartelline si raccolgono i disegni e i quadri: questo materiale è anch'esso oggetto di osservazione e di riflessioni e inizia così il desiderio di sistemare quanto registrato.

Impariamo a definire cos'è per noi orizzonte, ripercorriamo in un nuovo contesto quanto abbiamo fatto nei primi anni di scuola: ora riconosciamo le direzioni, gli angoli, i piani; impariamo a guardare l'orizzonte e a scoprire la complessità di cui è costituito, seguendo, con un dito e lo sguardo, il suo contorno, la linea di incontro tra cielo e terra.

Ognuno si costruisce la propria finestrella del cielo, scegliendo il pezzo di orizzonte che vuole fermare.

Le finestrelle astronomiche sono fatte di sera, nelle sere dei campi-scuola e sono la registrazione di apparizione di pianeti e stelle su di un settore dell'orizzonte. Si approntano prima che scenda il buio della sera, per poter delineare sul cartoncino la linea dell'orizzonte e ci si prepara a osservare i cambiamenti del cielo, in silenzio e in «contemplazione» (Lanciano, 2002).

Gli orizzonti circolari

Per realizzare questa attività si va in uno spazio aperto: molti orizzonti sono stati realizzati durante i campi scuola e molti in città, in una zona collinare della città, dove sia possibile vedere a 360°, guardare verso il mare e potersi girare e incontrare, non solo palazzi, ma anche altre colline.

Durante
il tempo
della giornata
scolastica
riprendiamo
a osservare
il cielo
e a fotografarlo
nelle sue
variazioni
di luminosità

La realizzazione di questi orizzonti avviene per fasi: dall'osservazione attenta e sistematica di ciascuno dell'intero orizzonte, alla divisione in gruppi e alla divisione in settori dell'orizzonte⁴⁴.

Una volta individuato il settore da riprodurre sul cartoncino telato (sono ben rigidi e ci si può disegnare anche senza un buon appoggio) si realizza il disegno della linea del proprio pezzetto di orizzonte, prestando attenzione al disegno dei compagni di lato, perché la linea dell'orizzonte risulti «continua». Bisogna mettersi d'accordo e vedere come fare, perché non è affatto facile! Bisogna decidere quali sono i limiti fisici del proprio settore (palo della luce, albero, campanile, porto) e l'altezza di massima della linea dell'orizzonte e, una volta accordati, partendo dal punto più alto, si inizia a disegnare.

Come si vede, nelle fasi di preparazione dello strumento c'è un notevole lavoro di osservazione e di rilevazione, di orientazione, di misurazione a occhio; c'è la divisione dell'angolo giro in parti uguali e c'è il corpo che definisce l'ampiezza dell'angolo (quante mani ben aperte ci vogliono per coprire tutto un angolo giro? Contando e dividendo 360° per questo numero si ottiene l'angolo sotteso a un palmo ben aperto, circa 22°).

Gli orizzonti circolari, una volta terminato il lavoro di riproduzione della linea dell'orizzonte, vanno completati e decorati.

Come posizzarli una volta terminata anche l'operazione di decorazione?

È interessante riflettere insieme ai bambini sulle due possibilità: guardare stando dentro, privilegiando il punto di vista dell'osservatore e allora i disegni saranno rivolti all'interno.

L'uso dell'orizzonte servirà, in ogni caso, a determinare, di giorno, i punti in cui sorge e tramonta il sole; di notte, il sorgere e il tramontare delle stelle e degli altri corpi celesti.

Il Monumento al Sole: l'altezza del sole e le misure degli angoli

Nel libro già citato di Nicoletta Lanciano *Strumenti per i giardini del cielo* si parla di uno strumento che è stato realizzato per registrare il percorso del sole: le canne di bambù.

Nella tradizione della mia scuola il suo nome è il Monumento al Sole, perché il risultato di questa costruzione è bello e solenne proprio come un monumento. I bambini provano una grande gioia quando il risultato del loro lavoro ha caratteristiche estetiche soddisfacenti!

È inutile descrivere le fasi di costruzione del monumento: sono quelle che noi insegnanti abbiamo imparato nelle nostre esperienze a Cenci e che troviamo descritte accuratamente nel libro di Nicoletta.

⁴⁴. «Se si è in otto ognuno avrà un settore di 45° , se si è in dodici...» «si dividono in parti uguali i 360° ». Da: Nicoletta Lanciano, *Strumenti per i giardini del cielo*.

La realizzazione di questi orizzonti avviene per fasi: dalla osservazione di ciascuno dell'intero orizzonte, alla divisione in gruppi e alla divisione in settori dell'orizzonte

Osservando il sole, quotidianamente, abbiamo visto che esso descrive ogni giorno un arco che varia lungo l'anno come pure variano i punti del sorgere e del tramontare del Sole sull'orizzonte.

Quello di cui ci accorgiamo, avendo sempre lo stesso punto di osservazione, è che durante l'anno questo arco cresce di ampiezza fino al solstizio d'estate e decresce fino al solstizio d'inverno.

Il Monumento al Sole viene realizzato e ripetuto più volte durante l'anno, esso rappresenta la visione dal mio particolare punto sulla Terra del moto osservato⁴⁵ del Sole sulla volta celeste.

Nella realizzazione del monumento bisogna aver cura che il piano sul quale si proietteranno le ombre dello gnomone sia perfettamente orizzontale.

E lo gnomone, su cui è montato un occhiello (foro gnomonico), deve essere perfettamente verticale.

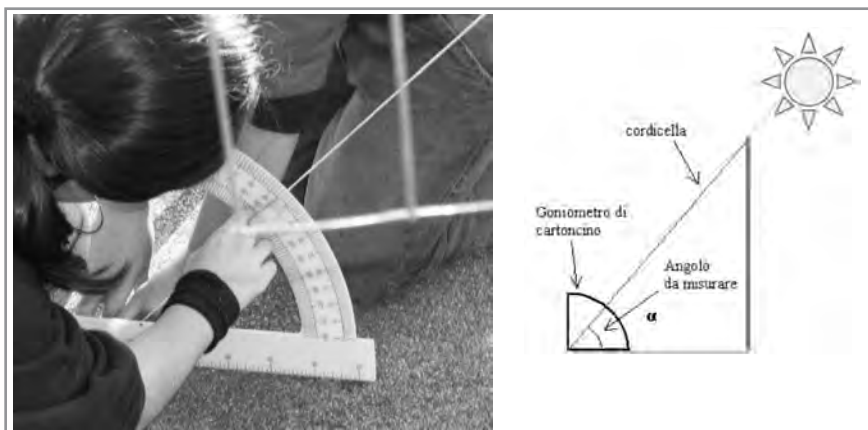
Si ritorna quindi in modo operativo su questi concetti finora soltanto sottintesi o accennati.

Confrontando le diverse costruzioni tra loro, si nota che il monumento fatto attorno al 21 dicembre è il più basso di tutti gli altri; l'ultimo viene fatto ai primi giorni di Giugno, ed è già ben chiaro che è il monumento più alto.

Ma come si misura l'altezza del sole? L'altezza del sole sull'orizzonte si dà in termini angolari: l'angolo tra il sole e il piano di osservazione ci dà proprio la posizione del sole sulla volta celeste, rispetto all'osservatore.

Ma come possiamo visualizzare e misurare quest'angolo, che sembra stare «in aria»? Tiriamo un filo che dall'estremità dello gnomone (o dal sole del monumento) arriva alla fine della sua ombra, avremo visualizzato un triangolo (anzi una serie di triangoli simili) e l'angolo cercato.

Osservando
il sole,
quotidianamente,
abbiamo visto
che esso
descrive ogni
giorno un arco
che varia lungo
l'anno



45. Per il discorso del moto osservato rispetto al più tradizionale moto apparente e in generale per i problemi di movimento si vedano gli interventi di Enrica Giordano in rete sul sito PuntoEdu e il testo Samek, Giordano, 2003.

Potremo misurare quest'angolo in diversi momenti della giornata, riportare tutto in una tabella e rappresentare le misure ottenute in un piano, confrontandole poi con le rappresentazioni relative a diversi periodi dell'anno, provando a interpretare il fenomeno (vedi Figura 8).

Riferimenti condivisi e avvio all'uso di strumenti di misura

Nella Scuola Secondaria di Primo Grado i percorsi di apprendimento, pur mantenendo l'attenzione agli aspetti trasversali e metodologici, puntano all'acquisizione di concetti, gli stessi su cui si lavora nella Scuola Primaria e dell'Infanzia; tra i diversi gradi cambia il dettaglio e la risoluzione con cui i concetti vengono affrontati, ma deve rimanere la cura alla reticolarità dei legami che legano i concetti nella mappa concettuale che ognuno si va costruendo.

La ripetizione delle osservazioni nel tempo richiede di **posizionare gli strumenti** in modo confrontabile nel tempo in punti qualsiasi di uno spazio ristretto (giardino, terrazzo della scuola, ecc.). Per poterlo fare i ragazzi devono sapere che i raggi di sole incidenti sono paralleli tra loro perché il Sole, pur essendo una sorgente di luce estesa, è talmente lontana da permettere di considerare paralleli i raggi che incidono sulla Terra. Per questo e per approfondire il concetto di raggio di luce si rimanda al lavoro del gruppo Luce.

È necessario anche individuare:

- la **direzione verticale** con un filo a piombo che sfrutta la direzione radiale della forza di gravità rispetto alla superficie terrestre⁴⁶;
- il **piano orizzontale** che sarà quindi perpendicolare alla direzione verticale ottenuta in precedenza. Si può trovare il piano orizzontale *mettendo lo strumento in bolla*, sfruttando cioè la proprietà della superficie libera dei liquidi di disporsi perpendicolarmente alla forza-peso. Per individuare il piano orizzontale tra gli infiniti piani passanti per un punto è necessario *mettere in bolla* lungo almeno due direzioni diverse perché, come sappiamo dalla geometria, servono due rette incidenti per individuare un piano.

Serve infine determinare un **sistema di riferimento**: si parte con il riferimento condiviso localmente che è l'orizzonte; i disegni degli orizzonti circolari o le finestrelle astronomiche sono appunto rappresentazioni che utilizzano elementi particolari del paesaggio come riferimento.

Per posizionare gli strumenti in modo da ripetere con precisione le osservazioni o confrontarle con altri è necessario individuare riferimenti condivisi, ad

Cambia il dettaglio e la risoluzione con cui i concetti vengono affrontati, ma deve rimanere la cura alla reticolarità dei legami che legano i concetti nella mappa concettuale che ognuno si va costruendo

⁴⁶. Si trascurano gli effetti di rotazione e non sfericità della Terra, che potranno essere considerati a un livello più approfondito successivamente.

esempio il meridiano locale, cioè la direzione nord-sud. Si può chiedere ai ragazzi di indicare in modo approssimativo la posizione dei punti cardinali e di giustificare le loro proposte; in un momento successivo si può controllarne la correttezza con la bussola (attenzione alla presenza di materiali ferrosi nelle vicinanze che potrebbero deviare l'ago magnetico dalla direzione del Nord magnetico terrestre).

Per una maggiore precisione e rigore si rimanda alla costruzione dei cerchi indù (N. Lanciano, 2002) che sfruttano la simmetria del percorso del Sole rispetto al mezzogiorno solare; va detto però che la comprensione dello strumento non è immediata e richiede una discreta familiarità con il percorso del Sole (come quella raggiunta attraverso le attività descritte per la Scuola Primaria), perciò può essere difficile realizzare l'attività in apertura del percorso.

Trovata la linea meridiana per il punto di osservazione, la perpendicolare ad essa sul piano orizzontale indica la direzione est-ovest.

La rete del percorso del Sole

La luce appare nella storia dell'uomo sotto questo aspetto di «mare radiante» e sembra per me tutta la mente e tutto il creato. Poi viene imprigionata in una rete matematica di angoli e rette e costretta a seguire percorsi precisi... dalla mistica della luce si passa alla sua comprensione fisica e al suo utilizzo.
(Ruggero Pierantoni, 1989)

Quali ulteriori aperture e approfondimenti sono possibili con i ragazzi più grandi?

Abbiamo visto come nella Scuola Primaria sia già possibile visualizzare efficacemente il percorso del Sole sull'orizzonte locale e da questa base osservativa avviare la riflessione per arricchire con gradualità la mappa dei concetti di nuovi nodi e relazioni. Quali ulteriori aperture e approfondimenti sono possibili con i ragazzi più grandi?

Le canne che visualizzano il percorso del Sole nel cielo in diversi istanti del dì, costruendo il Monumento al Sole citato sopra, sono disposte in verticale in punti equidistanti dalla mira e individuano quindi una superficie cilindrica. La costruzione dello strumento implica la capacità di riconoscere la circonferenza come luogo di punti equidistanti dal centro, dove viene collocata la mira.

Un'efficace alternativa alle canne è una rete, disposta nello stesso modo secondo una superficie cilindrica «verticale». La posizione del Sole nei diversi istanti si individua collocando un piccolo fiocco, l'interpolazione dei punti sperimentali visualizza il percorso del Sole sull'orizzonte in un determinato giorno. Se ripetiamo le rilevazioni in giorni diversi, con fiocchi di colore diverso, potremo confrontare i percorsi nei diversi mesi dell'anno (Figura 5 e Figura 6).

▼ **Figura 5** • Insegnanti ISS al lavoro al Museo della Scienza e della Tecnologia di Milano, novembre 2006.



▼ **Figura 6** • Foto e rappresentazione grafica degli alunni di 2°N della Scuola Media Via Cipro-Ascoli, Milano 2007.



Il monumento al sole si sta trasformando in una superficie sviluppabile sul piano dove riportare dati quantitativi.

Un punto nello spazio (a grande distanza da noi) può essere infatti determinato da due angoli, uno sul piano orizzontale e uno sul piano verticale, perciò la posizione del Sole si può ricondurre a due misure angolari:

- azimut, l'angolo sul piano orizzontale;
- altezza, l'angolo sul piano verticale.

In geometria l'angolo è definito come «parte di piano compresa tra due semirette, i lati, che hanno la stessa origine, il vertice dell'angolo», oppure, in modo dinamico, come «parte di piano descritta dal primo lato dell'angolo quando lo ruotiamo intorno al vertice per farlo sovrapporre al secondo».

I ragazzi fanno fatica a riconoscere i piani sui quali si trovano gli angoli di azimut e soprattutto di altezza.

Dopo un certo numero di rilevazioni i ragazzi iniziano a farsi delle idee sul percorso del Sole e si può chiedere loro di prevedere:

- dove sorgerà il Sole domani, fra un mese o fra un anno? Il Sole sorge sempre a est e tramonta a ovest? Cosa indicano questi punti cardinali?
- come cambierà il percorso del Sole nei diversi mesi dell'anno?
- in quale direzione si troveranno i punti di culminazione nei diversi giorni: sono allineati?

In questo modo si innescano domande e aspettative da verificare; l'osservazione sistematica e le diverse rappresentazioni del percorso del Sole porteranno i ragazzi a farsi un'idea e le interpretazioni del fenomeno osservato saranno la base su cui innescare discussioni e nuove domande e osservazioni, introdurre modelli per verificare le ipotesi, insomma avviare il processo di apprendimento e consolidare i concetti.

I ragazzi (Catalani, 2008) verificheranno che:

- il culmine del percorso, a cui corrisponde il mezzogiorno solare, non sempre coincide con il mezzogiorno segnato dall'orologio;
- i punti di culminazione si trovano allineati verticalmente sulla rete in corrispondenza del punto cardinale sud;
- gli archi di ciascun giorno sono simmetrici rispetto al mezzogiorno solare;
- il Sole sorge a est solo agli equinozi (se l'orizzonte è piatto); tra marzo e giugno sorge in un punto posto più verso nord mentre tra settembre e marzo sorge in un punto posto più verso sud. Lo stesso avviene per il punto del tramonto, verso occidente.

La rete è una proiezione cilindrica del cammino del Sole osservato sulla sfera celeste. Un discorso analogo si può fare usando le ombre dello **gnomone**, che può essere la mira usata per la rete. L'uso dello gnomone non è immediato perché le ombre *si muovono al contrario*, come dicono i ragazzi, infatti al momento

La rete è
una proiezione
cilindrica
del cammino
del Sole
osservato
sulla sfera
celeste

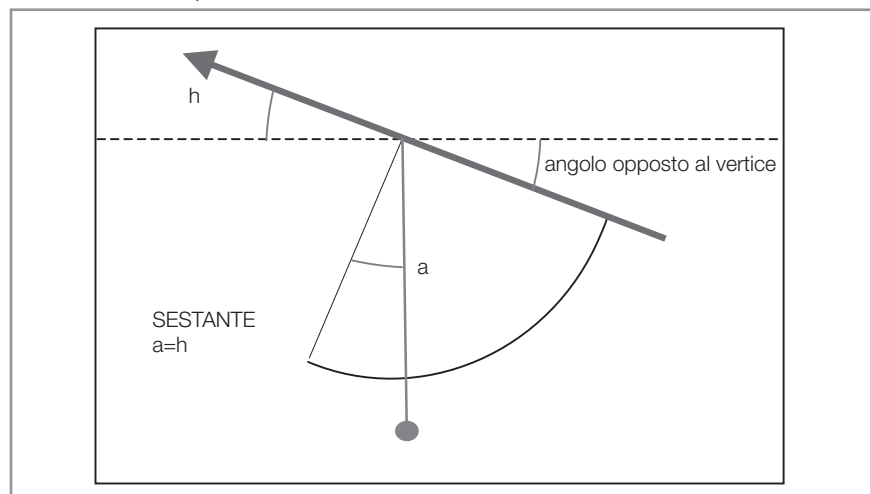
della culminazione l'ombra è rivolta verso il nord alle nostre latitudini; per questo motivo è meglio introdurre questo strumento in un secondo tempo, dopo che i ragazzi si sono abituati a osservare direttamente il Sole (sempre con la massima attenzione a proteggere gli occhi).

Si può fare un'ulteriore registrazione del percorso del Sole su una superficie sferica, per la quale rimandiamo al libro della Lanciano, al progetto SeT «Luce, colore, energia» e agli appunti di E. Giordano per il corso di didattica dell'astronomia per Formazione Primaria (Giordano, 2006).

Dal qualitativo al quantitativo

A partire dalla registrazione della posizione del Sole con la rete è possibile misurare i due angoli con un goniometro. Esistono strumenti come il sestante e il teodolite che permettono di ottenere la misura a partire dall'osservazione diretta. Il **sestante** (Fig. 7) misura l'altezza angolare (h) di un corpo celeste rispetto al piano orizzontale. La misura dell'altezza è fatta a partire dal piano orizzontale.

▼ **Figura 7** • Nel disegno la freccia rossa rappresenta una cannucchia che viene puntata verso il Sole a partire dall'orizzontale (linea tratteggiata), il filo blu un filo a piombo che individua la direzione verticale, il quarto di cerchio nero un goniometro. Si misura l'angolo-altezza grazie a un sistema di angoli complementari.



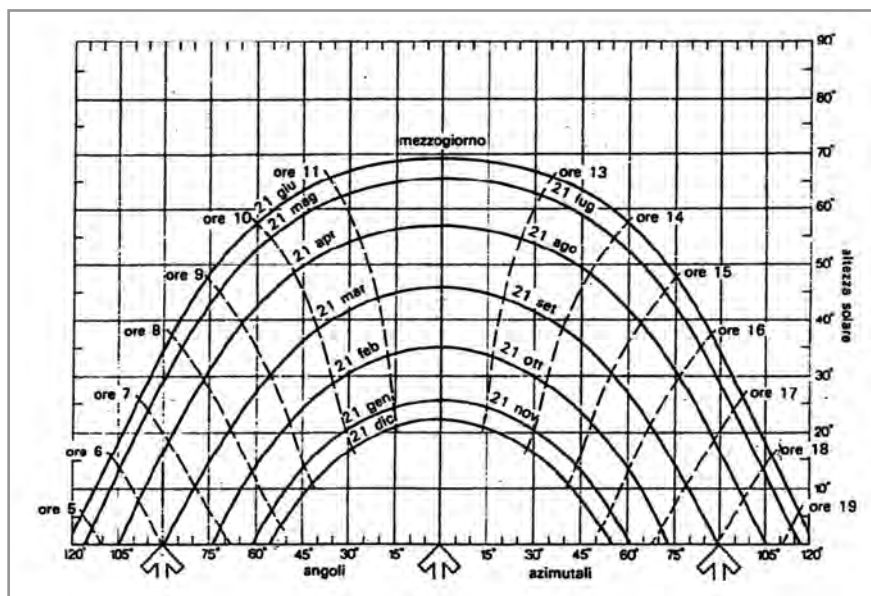
A partire dalla registrazione della posizione del Sole con la rete è possibile misurare i due angoli con un goniometro

Il **teodolite** misura sia l'altezza angolare sia l'angolo sul piano orizzontale, l'azimut, a partire dalla direzione nord. La posizione di un corpo sulla sfera celeste viene così determinata dalla misura di due angoli; nello stesso modo la posizione di un punto sulla superficie terrestre è determinata dalle misure angolari di latitudine e longitudine.

(Per maggiori dettagli vedi <http://didascienze.formazione.unimib.it/Luce/Stoppani/stopp1.html> e il CD allegato al volume a cura di Samek e Giordano, 2003)

Srotolando la rete del percorso del Sole è possibile sviluppare sul piano la superficie cilindrica individuata dalla rete stessa: si ottiene così il **diagramma solare**, una rappresentazione sul piano della traiettoria diurna del sole. (Figura 8)

▼ **Figura 8** • Diagramma solare per latitudine 44°N.



Per passare dalla visione da un punto particolare sulla Terra a una visione geocentrica complessiva introduciamo un altro strumento, il mappamondo parallelo

Grazie a software appositi (per es., in <http://solardat.uoregon.edu/SunChartProgram.html>) è possibile disegnare i diagrammi solari per ogni punto della superficie terrestre. Si può così scoprire che i diagrammi solari costruiti lungo lo stesso parallelo sono uguali anche se si riferiscono a longitudini diverse. Per capire come questo possa avvenire è molto utile il mappamondo parallelo.

Il mappamondo parallelo

Per passare dalla visione da un punto particolare sulla Terra a una visione geocentrica complessiva introduciamo un altro strumento, il **mappamondo parallelo**: un globo tradizionale staccato dal basamento, posto al Sole, inclinato e orientato in modo da riprodurre la situazione in cui si trova chi osserva. La

luce solare illumina il mappamondo parallelo nello stesso modo in cui la Terra è illuminata nello stesso istante (http://didascienze.formazione.unimib.it/Lanciano/il_mappamondo_parallelo.htm).

Le direzioni fondamentali, guardando la Terra nel suo complesso, assumono così un nuovo significato:

- il piano orizzontale diventa il piano tangente alla sfera terrestre nel luogo di osservazione (nel nostro caso Milano);
- la direzione verticale diventa quella radiale del modello, infatti sul mappamondo possiamo appoggiare uno stuzzicadenti-osservatore che, come noi, abbia «*tutta la Terra sotto i piedi*»;
- la linea meridiana sul piano orizzontale è un tratto del meridiano terrestre che passa per il punto scelto;
- la direzione est-ovest è quella del verso di rotazione del cielo intorno alla Terra.

Le potenzialità didattiche di questo strumento sono numerose, ne elenchiamo solo alcune:

- La Terra è sempre illuminata per metà: nella zona illuminata è dì, nella zona d'ombra è notte.
- Muovendosi lungo il nostro parallelo cambiano la direzione e la lunghezza dell'ombra, ma esiste un punto in cui l'ombra ha la lunghezza minima ed è diretta lungo il meridiano: in quel punto è il mezzogiorno solare. *È come se ci muovessimo nel tempo nell'arco del dì, dall'alba al tramonto.*
- Muovendosi lungo il meridiano locale cambia la lunghezza dell'ombra, ma non la direzione (il verso invece sì). *È come se ci muovessimo nel tempo nell'arco dei diversi mesi dell'anno.*

Altro si può scoprire ripetendo le osservazioni in diversi momenti dell'anno:

- Il terminatore, la circonferenza massima limite tra luce ed ombra, si sposta ciclicamente: passa per i due poli nei giorni degli equinozi, sfiora il circolo polare artico nel solstizio di dicembre, quello antartico nel solstizio di giugno (Figura 9);
- Chi non ha ombra (ha il sole proprio sulla testa) sta nei punti compresi tra i due tropici.

Le potenzialità didattiche di questo strumento sono numerose

▼ **Figura 9** • Mappamondo parallelo in cui è evidenziato il terminatore nel mese di aprile a Milano.



Il Monumento al Sole si è arricchito ulteriormente diventando il percorso del sole intorno alla Terra nei diversi momenti dell'anno.

Quanto è stato scritto fino ad ora sul movimento del Sole si può ripetere in maniera analoga per il cielo di notte e si può collocare il Sole rispetto alle costellazioni.

E quindi si può passare al punto di vista eliocentrico.

E il percorso potrebbe continuare nel biennio in particolare:

Il percorso potrebbe continuare nel biennio in particolare nelle ore di fisica, nelle ore di scienze della terra e di biologia, ma anche di letteratura e di storia

- nelle ore di fisica dove i problemi del moto e quelli della luce possono essere affrontati con maggiore approfondimento e forse proprio il contesto astronomico può dare al loro studio quella motivazione che spesso manca nell'approccio alla meccanica. In particolare lo studio della gravitazione e dei sistemi permetterà di individuare nuovi punti, direzioni e piani nello spazio e di comprendere le ragioni dinamiche della scelta tra diversi sistemi di riferimento;
- nelle ore di scienze collegandosi allo studio delle Scienze della Terra e alla lettura dell'ambiente;
- nelle ore di fisica e di biologia, ma anche di letteratura e di storia, per affrontare da prospettive diverse le domande sull'origine e l'evoluzione dell'uomo nell'Universo.

Appendice

Le parole-chiave di ISS nel tema Terra e Universo

Dare senso

Nel duplice significato di dare senso al mondo e dare senso alle discipline e delle necessarie interazioni/interferenze tra i due «dare senso»

Dare senso al mondo

Nel percorso Terra e Universo con i piccoli si parte dalla propria posizione nel mondo inteso come mondo vicino (il cielo lontano è sullo sfondo), centrato sulle persone e sui riferimenti locali. Via via che si cresce si impara a «decentrarsi», la visione personale non si perde, ma si arricchisce e si inserisce in un contesto più ampio.

I riferimenti locali vengono sostituiti/affiancati da riferimenti condivisi, il mondo osservato si allarga, anche con l'ausilio di strumenti.

Modelli materiali e informatici forniscono un appoggio all'immaginazione, indispensabile per dare plausibilità e sensatezza alle interpretazioni disciplinarmente accettate.

Si arriva a osservare e interpretare la realtà intorno da diversi punti di vista intesi non solo come sistemi di riferimento fisici, ma sociali, culturali, ecc.

Dare senso alle discipline

Concetti fondamentali (organizzatori concettuali) come le idee di spazio e tempo non appartengono solo a una disciplina e tanto meno solo all'ambito scientifico.

La visione astronomica permette però di affrontare questi concetti in modo peculiare, nel loro legame stretto con il movimento, più o meno esplicito ed evidente: dal fatto che «un punto nello spazio è un istante di tempo», come nel caso del mezzogiorno, alla più generale considerazione che guardare lontano nello spazio del cielo equivale a guardare indietro nel tempo.

Ma non solo: si usano spazi (o meglio lunghezze di gnomoni o costruzioni nello spazio come il monumento al sole o i cerchi indù) per rappresentare e misurare il tempo che passa, per evidenziare regolarità, cicli e simmetrie nei tempi e negli spazi.

Questo arricchisce e dà maggior senso ad alcune delle idee fondamentali della fisica: trasduzione; rappresentazione spaziale del tempo come asse nel piano cartesiano; necessità di un sistema di riferimento per definire il movimento (anche non su scala astronomica); conseguenze della velocità finita della luce, ecc., idee che viste dal puro ambito fisico risultano spesso incomprensibili e prive di senso.

Dà senso al modo di guardare alle diverse geometrie, al loro generarsi a seconda della diversa sorgente e al loro svilupparsi a seconda dei diversi piani di proiezione.

Legame tra piano affettivo e cognitivo**Tra emozione, comprensione e motivazione**

Spesso si dice che si deve partire dai bambini intendendo partire (ogni volta ovviamente, non solo all'inizio del percorso) da quello che i bambini sanno e sanno fare, idea spesso ricavata da poche frasi e osservazioni dei bambini, va-

Concetti fondamentali come le idee di spazio e tempo non appartengono solo a una disciplina e tanto meno solo all'ambito scientifico

lutati in confronto con quello che noi vorremmo sapere e sapere fare alla fine del percorso che proponiamo.

Naturalmente i bambini «sono» prima ancora di sapere e saper fare, vivono, si emozionano; il corpo, il cuore e la testa sono strettamente connessi tra loro (anche negli adulti che però forse crescendo dovrebbero imparare a tenere i piani separati o a controllarne le interferenze). Farsi carico del capire dei bambini senza tener conto delle interferenze tra piano cognitivo e piano emotivo, dell'importanza della motivazione, ma per i piccoli più in generale del trovarsi bene, del piacere, di avere la sensazione di farcela, e delle interferenze tra questo e il capire/imparare, può minare alla base l'efficacia di qualsiasi percorso pur particolarmente curato dal punto di vista cognitivo e disciplinare.

Laboratorialità

Nel caso astronomico l'osservazione va ovviamente realizzata prima di tutto sul campo e non solo con gli occhi, ma con tutti i sensi e il corpo nella sua interezza.

Ma spesso (con i piccoli accade meno, anche per questo bisogna cominciare presto) «si vede quello che si sa» o si crede di sapere o non si guarda neanche. Si ripete che il Sole non si muove, ma si muove la Terra e queste affermazioni si sostituiscono all'abitudine a osservare cosa faccia realmente, giorno dopo giorno, il Sole sul nostro orizzonte e come questo cambi nel tempo.

L'osservazione sistematica e prolungata nel tempo, affiancata dalla registrazione su supporti diversi e dalla costruzione di modelli interpretativi, coniuga la necessità dei tempi lunghi per lo studio dell'argomento alla necessità dei tempi lunghi del capire. Tempi che vanno comunque riempiti di attività attentamente progettate e guidate, in modo «dolce» ma efficace, che costruiscono contemporaneamente idee, concetti e abilità sia generali che specifiche, non solo dell'astronomia, ma anche della lingua, della matematica, della storia, ecc.

Mediazione

L'insegnante si deve fare carico della complessità del capire, dell'emozionarsi e del crescere complessivo. Questo richiede una professionalità e una competenza di mediazione che vanno fortemente sostenute nel lavoro sul campo condiviso nella comunità ISS, oltre ad essere esemplificate nei «Suggerimenti».

Alla complessità del capire/crescere in generale, nel caso dell'astronomia e di Leggere l'ambiente, che condividono almeno in parte l'oggetto di studio, si aggiunge una complessità disciplinare.

I vari aspetti concorrono a costruire la nostra immagine dell'ambiente e tra questi quelli astronomici, si comprendono infatti nei rapporti reciproci e vanno portati avanti contemporaneamente sistemandoli a diversi livelli e da diversi punti a seconda dell'età e dello stadio di sviluppo dei ragazzi.

Nel caso astronomico l'osservazione va ovviamente realizzata prima di tutto sul campo e non solo con gli occhi, ma con tutti i sensi e il corpo nella sua interezza

Questo richiede la professionalità del saper aspettare, del non chiudere le questioni pur raggiungendo tappe intermedie di comprensione, del valorizzare il piano qualitativo prima di effettuare misure e cercare relazioni numeriche, algebriche, funzionali; del costruire modelli interpretativi col proprio corpo, con oggetti a basso costo e che rendano evidente la modellizzazione invece di nascondere i processi e rendere incomprensibili i concetti (vedi bussola vs cerchi indù o mappamondo tradizionale vs mappamondo parallelo).

Più in generale si tratta di passare ai ragazzi in modo implicito ed esplicito un'immagine di cosa voglia dire capire e di come si fa a capire: occorre tempo e le cose che si imparano devono essere continuamente riviste, approfondite, arricchite, ma nello stesso tempo semplificate, ritagliate e approfondite, per poi tornare a rimetterle insieme.

Verticalità e trasversalità

L'obiettivo più generale, a nostro avviso imprescindibile per comprendere la nostra storia, umana e scientifica, è porre la questione della nostra collocazione nel mondo e nell'universo e analizzare le risposte proposte dalle diverse discipline (dalla letteratura alla storia, dalla geografia alle scienze e alla matematica) lavorando per tempi lunghi, dentro e fuori dalle aule, procedendo parallelamente su piani diversi. In particolare nelle ore di scienze si utilizzeranno i metodi dell'indagine sperimentale affiancando l'osservazione ripetuta sul campo con la sperimentazione in situazioni controllate e la costruzione di modelli. Si ripeterà più volte il ciclo di: previsione, osservazione sistematica, raccolta dati, loro analisi e interpretazione, confronto con le teorie attualmente accettate e con la loro evoluzione storica. Si partirà da e si arriverà a diversi livelli di complessità e formalizzazione a seconda dell'età e del grado di sviluppo delle conoscenze e delle competenze di chi apprende, realizzando nei fatti la auspicata continuità longitudinale.

Bibliografia e sitografia

Materiale di informazione e novità si trovano nei siti di diversi Osservatori, planetari, gruppi di ricerca in Astrofisica o di appassionati come Unione astrofili italiani (UAI), con notizie astronomiche mese per mese, mappe del mese, news, ecc., vedi ad esempio http://divulgazione.uai.it/index.php/Pagina_principale. Per la realizzazione di diagrammi solari University of Oregon (a cura di) <http://solar.dat.uoregon.edu/SunChartProgram.html>, sito in inglese dal quale sono ottenibili i diagrammi solari (con qualche fatica).

Walzer J., *Earth and Moon viewer*, <http://www.fourmilab.ch/earthview/vplanet.html>, sito con bellissime immagini della Terra vista dal cielo da posizioni diverse e in diversi istanti di tempo.

**Obiettivo
imprescindibile
è porre
la questione
della nostra
collocazione
nel mondo
e nell'universo
e analizzare
le risposte
proposte
dalle diverse
discipline**

Progetti didattici

AA.VV. documentazione di un percorso in classe e di un percorso di formazione docenti nel presidio ISS di Cagliari sul sito in http://puntoeduri.indire.it/poseidon/progetti/index.php?action=show_doc&objcode=1841.

Benacchio, L., Turrichia, A., Zini, G. (a cura di), Progetto SeT *CIELO!* <http://www5.indire.it:8080/set/cielo/cielo.htm> o <http://www.polare.it/>.

Benacchio, L., Turrichia, A. (a cura di), *Sintesi del lavoro di gruppo Terra e Universo del seminario ISS di Napoli 2*, Volume 2 (marrone), pp. 303-313, MNST ed. 2007.

Catalani, P., *Percorso di astronomia su un triennio di scuola media*, 2008, con allegati i diari dei ragazzi, si può scaricare all'indirizzo del sito ISS già citato o direttamente: http://puntoeduri.indire.it/poseidon/progetti/index.php?action=show_doc&objcode=1693.

Catalani, P., Maccario Piseri, G. (a cura di), *Sintesi del lavoro di gruppo Terra e Universo del seminario ISS di Milano 2*, Volume 2 (blu), pp. 216-225, MNST ed. 2007.

Catalani, P., Giordano, E., Rossi, S., *The lunar phases in the middle school*, Nuovo Cimento B, *online*, Volume 122, Issue 06-07, pp. 813-822, 2008.

De Masi, E., Minichini, C. (a cura di), *Sintesi del lavoro di gruppo Terra e Universo del seminario ISS di Napoli 1*, Volume 2 (marrone), pp. 156-173 MNST ed. 2007.

Giordano, E. (a cura di), Progetto SeT *Luce, colore, energia* <http://www5.indire.it:8080/set/luce/index.html>.

Giordano, E., Lanciano, N. (a cura di), *Progetto Senis-Luce* dedicato ai rapporti tra luce e astronomia <http://didascienze.formazione.unimib.it/senisquipo/luce/index.htm>.

Giordano, E., Lanciano, N., contributi al volume «*Il progetto SENIS - La formazione scientifica nella scuola media*», FISICA: LUCE, GEOMETRIA, ASTRONOMIA cap. IV pp. 213-243; FISICA: LUCE, GEOMETRIA, ASTRONOMIA, cap. V, pp. 320-337, MIUR Roma, 2002.

Giordano, E., Portigliotti, C. (a cura di), *sito del progetto Laboratori in Rete* dell'a.s. 1997-1998 dedicato a luce e astronomia, in particolare <http://didascienze.formazione.unimib.it/Luce/poster.html>.

Miotto, E., Giordano, E. (a cura di), *Sintesi del lavoro di gruppo Terra e Universo del seminario ISS di Milano 1*, Volume 2 (blu), pp. 118-123, MNST ed. 2007.

Materiali per la formazione docente

Giordano, E., Nigris, E., *La trasposizione didattica e il ruolo docente: una sperimentazione nella formazione iniziale degli insegnanti a Milano* Giornale di astronomia, La Didattica della Astronomia, supplemento n. 3, pp. 53-56, 2002.

Giordano, E., Lanciano, N., Pantano, O., Rossi, S., *Dalla Terra all'Universo*, in: Guidoni, P., Levrini, O., *Approcci e proposte per l'insegnamento-apprendimento della fisica a livello pre-universitario dal Progetto PRIN-F21*, Udine: Forum, 2009, pp. 57-66.

Giordano, E., *Appunti di didattica dell'astronomia per formazione primaria*, 2006, http://www.formazione.unimib.it/v2/Default.asp?idPagine=244&funzione=pagina%5Finsegnamento&ins=202&corso=3&page_ins=959&pagecorso=16&tipologia=&doc=.

Lanciano N. *Strumenti per i giardini del cielo Junior* ed. 2002 e il sito <http://didascienze.formazione.unimib.it/Lanciano/index.html>.

Ospina W. *Reflexiones sobre la educación* nel volume *Conformación de un nuevo ethos cultural*, Ed. Charlie's, Bogotá, 2006.

Pierantoni, R., *L'occhio e l'idea*, Bollati Boringhieri, 1989.

Pierantoni, R., *Monologo sulle stelle*, Bollati Boringhieri, 1994.

Samek Ludovici, P., Giordano, E. (a cura di), *Laboratori in rete*, Franco Angeli, 2003.