Conoscenza di senso comune e conoscenza scientifica

Allegato 3 - Terra piatta e terra sferica, alto e basso

Se un tempo l'idea che la Terra fosse piatta era abbastanza diffusa – anche se meno di quello che si racconta – oggi mappamondi, fotografie, cartoni animati che si volgono su altri pianeti, concordano nel proporre, anche a un bambino all'inizio delle elementari l'idea di una Terra inequivocabilmente sferica.

Ma quanto di questa 'conoscenza' si è trasformata in 'competenza scientifica' ed è effettivamente applicata? Quanti studenti di scuola media sanno argomentare perché la Terra, che ci appare inequivocabilmente piatta, anche se con qualche ondulazione, e con un alto e un basso chiaramente definiti, sia invece sferica? E quanti sono in grado di trarne le conclusioni non solo 'geografiche' ma anche 'fisiche' riguardanti la caduta dei gravi?

I bambini, ma anche gli adulti, vedono il mondo a partire da sé: la Terra si estende in tutte le direzioni, l'orizzonte forma una linea continua, che senza ostacoli si può immaginare circolare; il cielo sembra una cupola sulla quale scorrono Sole, Luna e stelle, mentre noi ci sentiamo ben fermi con i piedi poggiati a terra. La Terra sembra al centro dell'Universo, e noi al centro della sua superficie.

La conoscenza scientifica ci dice invece che la superficie su cui poggiamo i piedi è parte di una superficie sferica, che gli edifici che ci sembrano così 'verticali' in realtà non lo sono perfettamente, che l'alto e il basso cambiano se ci spostiamo sulla superficie terrestre, che la Terra non solo si muove ma si muove ad alta velocità – alle nostre latitudini percorriamo circa 1000 km all'ora solo per il moto di rotazione terrestre – , che anche il Sole si muove all'interno della galassia.

Accettare questi dati in contraddizione con la nostra percezione, effettuare un reale decentramento, non è facile, e diversi percorsi PON (Alziamo gli occhi al cielo, Tra cielo e Terra, Eppur si muove) offrono spunti didattici che permettono di fare uso anche della conoscenza di senso comune, per affrontarla e costruire un modello della Terra e del

nostro sistema solare più vicino alle conclusioni scientifiche. L'allegato "Diari sulla sfericità" della fase 2 – "L'orizzonte personale" - del percorso "***Tra cielo e Terra***" mostra come gli studenti rielaborino le prove tradizionalmente proposte dai libri sulla sfericità della Terra.

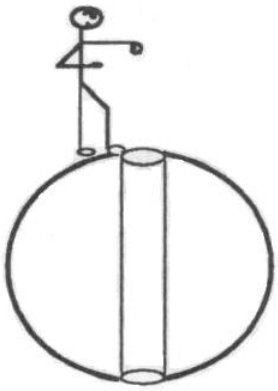
Nel percorso "*Quanto è grande la Terra*" si ripercorrono anche i ragionamenti che nella storia hanno portato i greci ad avanzare l'ipotesi di una Terra sferica fin dal Vº secolo a.C. e a misurarne, con buona approssimazione, il diametro fin dal III° secolo.
Nella pagina del Museo dei ragazzi di Palazzo Vecchio dedicata al problema http://www.palazzovecchio-museoragazzi.it/?p=523&language=it
sono riportate, anche con un bell'articolo di Umberto Eco, l'evoluzione dell'ipotesi di Terra sferica durante il medioevo, immagini dell'inferno dantesco per il quale la Terra era evidentemente sferica e illustrazioni che mostrano come Cristoforo Colombo non dovette convincere nessuno che la Terra fosse tonda (casomai cercò di convincere i 'sapienti' che il suo diametro fosse minore di quello che era, così da aver possibilità di raggiungere 'le Indie' in un tempo ragionevole. Aveva torto, ma fu fortunato!)

Quello che ancora manca a molti studenti, non solo alle scuole medie ma a volte anche alle superiori, è di passare da una concezione di Terra 'geograficamente sferica' ad una Terra anche 'fisicamente sferica'.

In una Terra geograficamente sferica infatti le cose continuano a cadere dall' alto verso il basso, considerati in termini assoluti, mentre in una Terra 'fisicamente sferica' gli oggetti cadono verso il centro.

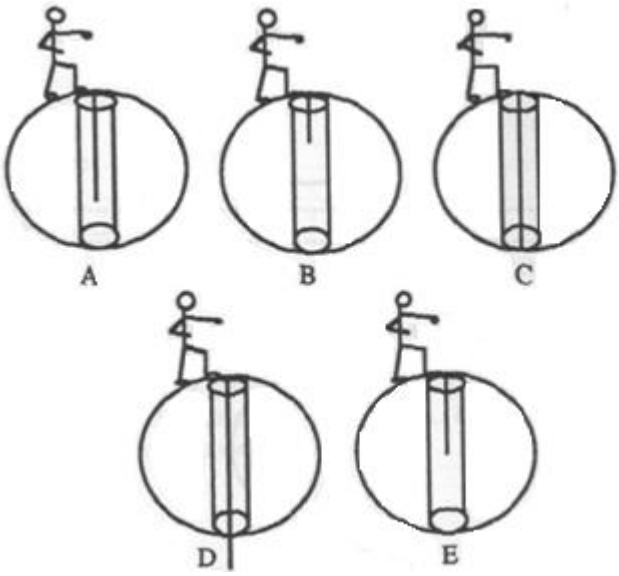
Le domande che seguono sono state utilizzate in molte occasioni, con bambini, ma anche con adulti, per esplorare le loro concezioni di Terra fisicamente sferica.

La figura che segue rappresenta la Terra, la cui forma come sai è quasi sferica. L'omino disegnato rappresenta te che hai in mano un sasso. Ai tuoi piedi è stato scavato un foro, perpendicolarmente alla superficie della Terra, che arriva fino dall'altra parte.



Tu lasci cadere il sasso nel foro.

Quale tra le figure che seguono, rappresenta meglio secondo te il percorso del sasso?



Spiegazione

.....

.....

Supponi adesso che il foro scavato ai tuoi piedi non sia perpendicolare alla superficie della Terra ma inclinato, come mostrato schematicamente in figura,

Tu appoggi una palla all'inizio del foro, che si suppone abbia le pareti lisce, e la lasci andare. Disegna direttamente sulla figura il percorso della palla.

Spiegazione

.....

.....

La domanda ripropone il problema del buco nella Terra, proposto storicamente anche da Galilei, e richiede uno sforzo di astrazione. Anche se ci sono bambini di scuola elementare che rispondono semplicemente applicando la conoscenza 'geografica' (*io non ho mai visto qualcosa volare da solo fuori da un buco, quindi quelli che stanno dall'altra parte non potranno vedere uscire il sasso*), un numero non trascurabili di studenti di scuola media risponde scegliendo l'alternativa D: anche se la Terra è geograficamente sferica l'alto e il basso sono assoluti, e la gravità spinge sempre verso il basso, tanto che il sasso si perde fuori della Terra (per alcuni entra 'in orbita').

L'alternativa C corrisponde a due diverse concezioni:

- una fisicamente corretta tiene conto dell'inerzia e, trascurando l'attrito interno al foro, il sasso, attratto verso il centro, lo supera a causa della sua velocità, e attratto di nuovo indietro, continua ad oscillargli intorno come un pendolo senza ridurre l'estensione del suo percorso.
- e una che corrisponde a un compromesso con la conoscenza di senso comune: sulla superficie della Terra gli oggetti sono soggetti alla gravità, e al suo interno proseguono la loro corsa finché non incontrano un ostacolo (a volte confondendo la pressione dell'atmosfera con la gravità).

L'alternativa B è poco scelta – e corrisponde ad un'idea di diminuzione drastica della forza di attrazione (o di pressione dell'atmosfera) via via che si procede verso il centro della Terra, o a un forte attrito o un forte calore – mentre l'alternativa E è in genere la più scelta. In realtà, anche se dimostra una comprensione di Terra fisicamente sferica, l'alternativa E non è necessariamente scientificamente corretta. Il sasso infatti non può rallentare e fermarsi al centro: anche se la forza di gravità diminuisce via via che ci si muove verso il centro della Terra, (non si può più infatti semplificare e considerare la massa concentrata al centro, visto che il sasso se la trova tutta attorno) la velocità del sasso non diminuisce di conseguenza (quella che diminuisce è l'accelerazione) ma continua ad aumentare finché non sorpassa il centro e continua per inerzia la sua corsa. Passato il centro della Terra l'accelerazione dovuta alla gravità è rivolta in verso opposto e ne causa il rallentamento. Nel caso senza attrito quindi la 'traiettoria' giusta è la C, come detto prima, nel caso si supponga che nel tunnel ci sia attrito la risposta può essere la A, in . cui il moto continua ad essere un moto oscillatorio ma smorzato, e la traiettoria indica il massimo spostamento che il sasso raggiunge una volta superato il centro.

Da questa analisi delle possibili concezioni di senso comune si capisce quanto sia importante chiedere agli studenti non solo di indicare una possibile risposta ma di spiegare il perché delle loro scelte: in queste spiegazioni infatti gli studenti esplicitano le loro ipotesi sul moto del sasso e giustificano così la loro scelta. Per far emergere preconoscenze ancora non completamente superate è importante proporre anche la seconda domanda: infatti, con un foro apparentemente inclinato e che non passa per il centro, diversi studenti, che pure alla domanda precedente avevano scelto l'alternativa E, 'ricascano' in una concezione di alto e basso assoluto , e scrivono che il sasso esce o che arriva dall'altra parte, mentre il ragionamento, anche se si tratta di una componente della forza di gravità, è identico a quello precedente, e il sasso oscilla o si ferma a seconda delle ipotesi sull'attrito.

Tutto il percorso logico-argomentativo – dalla prime concezioni di Terra piatta, alla Terra sferica di Dante, a Galileo, discutendo le diverse concezioni che ispirano le risposte alla domanda sul buco nella Terra – è presentato (con la partecipazione di un pubblico di future maestre) nella trasmissione TV della serie Fisica e Senso comune, sulla Gravità.
http://www.raiscuola.rai.it/articoli/la-gravità/4396/default.aspx

A questo punto è utile anche una riflessione sulla responsabilità dei libri di testo e dell'insegnamento nel rafforzare questa conoscenza di senso comune relativa all'alto e al

basso assoluti, e trasformarla in una misconcezione che può essere ancora presente nella scuola secondaria superiore:

- Le rappresentazioni del movimento della Terra intorno al Sole disegnano quasi sempre l'orbita terrestre su un piano orizzontale – e così le rappresentazioni del sistema solare o del sistema Luna, Sole, Terra;
- Le rappresentazioni nei libri mostrano l'asse terrestre inclinato rispetto alla verticale all'orbita, e quindi visto che questa è rappresentata sul piano orizzontale, la verticale è quella del foglio; di nuovo un alto e un basso;
- Tutti i mappamondi sono rappresentati inclinati rispetto alla 'verticale' locale, di nuovo facendo pensare ad un alto e un basso uguali in tutto il mondo.

Tutte queste rappresentazioni inconsapevolmente rafforzano la concezione di un alto e un basso assoluti.

Un'interessante iniziativa per cominciare almeno a prendere coscienza della parzialità di queste rappresentazioni è quella lanciata in Italia da Nicoletta Lanciano, Enrica Giordano e Franco Lorenzoni: liberiamo i mappamondi!
http://www.metaforum.it/archive/index.php/t-19933.html?s=b8bd581613455550dc2dbcd7f760cd70

L'iniziativa invita a togliere i mappamondi dal loro supporto per metterli a terra, "paralleli" all'orientamento del piano locale, quindi con la città (il luogo) in cui ci troviamo posta nel punto più alto della sfera. Un mappamondo 'parallelo' così orientato permette molte attività relative alle stagioni e ai fusi orari nelle diverse zone del mondo semplicemente ragionando sulle ombre di figurine 'in piedi', sulla verticale delle città principali.

Un'ulteriore conferma di quanto resistenti possano essere le concezioni relative ad un alto e un basso assoluto viene anche dalle risposte degli studenti alla domanda che segue:

Il titolo di una trasmissione televisiva per la scuola è: Perché la luna non cade sulla Terra".
Due studenti leggono il titolo e commentano:
Giulio: e perché dovrebbe cadere?
Maria: In un certo senso cade.
Con chi dei due saresti d'accordo? Esprimi la tua opinione anche se diversa da tutti e due gli studenti, e spiega le ragioni della tua risposta.

Una delle risposte più interessanti – raccolta in un secondo liceo classico è la seguente (corsivi miei):

La Luna non può cadere sulla Terra perché non gira sopra di essa (*l'orbita non è sul piano verticale*) ma intorno (*l'orbita è sul piano orizzontale*) quindi se anche cadesse non colpirebbe la Terra ma andrebbe nello spazio.

Di nuovo si concepisce lo spazio con un alto e un basso assoluti, dove gli oggetti cadono verso il basso, facendo evidente riferimento alle figure viste sui libri.

Bisogna notare che la domanda in sé non è facile – su Yahoo a questa domanda si leggono risposte in gran parte sbagliate – perché richiede una comprensione dell'inerzia come componente essenziale per prevedere il moto di un corpo. Senza parlare quindi di forze centrifughe (apparenti) basta ricordare che un corpo mantiene la sua velocità per rispondere che in realtà la Luna 'cade', in quanto sottoposta alla forza di gravità tra Luna e Terra, ma, come accade per i satelliti, la sua velocità iniziale la fa muovere su un orbita più o meno circolare intorno alla Terra. Riparleremo del problema dell'inerzia e degli ostacoli frapposti alla sua comprensione dalla conoscenza di senso comune nell'Allegato 4 Forze e inerzia.