

Le stagioni e l'eclittica

Simulazione del sistema Sole-Terra

Fin dall'antichità, dall'osservazione quotidiana del Sole si è potuto notare come l'astro descriva un diverso arco durante l'anno variando i punti dove sorge e tramonta sull'orizzonte. Non è altrettanto evidente invece, avendo sempre lo stesso punto di osservazione, che durante l'anno questo arco cresca di ampiezza fino al giorno del solstizio d'estate e decresca fino al solstizio d'inverno. Inoltre, il terminatore, ovvero 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 e quello antartico nel solstizio di giugno. L'effetto sulla vita è l'allungamento o accorciarsi delle ore di luce.

L'osservazione delle ombre create dagli oggetti ha aiutato nel corso dei secoli la comprensione di alcuni fenomeni.

L'angolo incidente dei raggi solari sulla Terra varia a seconda della latitudine e del periodo dell'anno, e di conseguenza l'ombra che creiamo. Se viaggiassimo spostandoci lungo un parallelo ci sposteremmo nell'arco di un giorno dall'alba al tramonto o viceversa, e noteremmo come vari la direzione e lunghezza della propria ombra. Il punto in cui l'ombra ha una lunghezza minima ed è diretta lungo il meridiano è il mezzogiorno solare, ovvero il sole è vicino allo zenit. Solamente nei punti compresi tra i due tropici è possibile avere il sole sulla propria testa e quindi non avere ombra. Se si viaggiasse, invece, lungo il meridiano locale, è come se ci stessimo muovendo nei diversi mesi dell'anno, l'ombra cambierebbe solamente in lunghezza ma non di direzione (il verso sì).

Il simulatore "[Le stagioni e l'Eclittica](#)" ("[Season and Ecliptic Simulator](#)") permette di variare la posizione di un osservatore sulla Terra e il giorno dell'anno, osservando come varia l'incidenza dei raggi, l'illuminazione terrestre e la posizione del Sole rispetto al piano equatoriale celeste. In particolare, l'attività può aiutare la comprensione del significato di tropico, solstizio, equinozio e la particolarità dei poli.

A corredo della simulazione si suggeriscono alcune domande da porre alla classe per promuovere l'interattività.

Guida all'utilizzo del simulatore "Season and Ecliptic Simulator"

La simulazione "Ecliptic Simulator" è divisa in tre schermate e una barra e si aprirà nella configurazione di default (figura 1, i numeri rimandano alla guida, in tabella, della schermata).

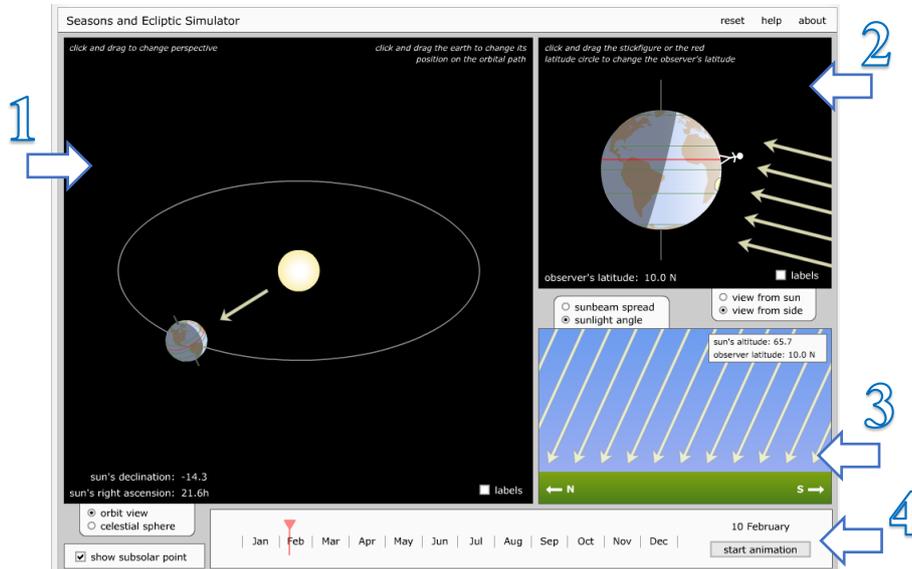


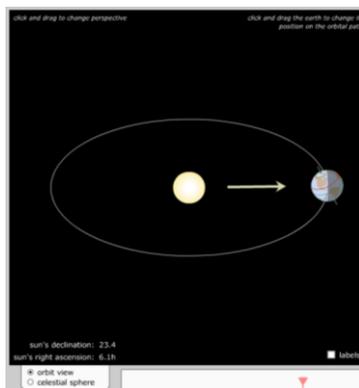
Figura 1: Schermata iniziale all'avvio del simulatore, i numeri sono un rimando alla guida.

Per ognuna delle schermate segue una descrizione della finestra e dei comandi.

SCHEMATA DI SINISTRA

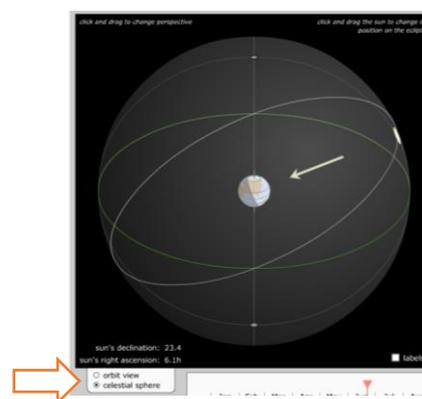
(indicata con 1 in Figura 1)

Orbit View (Visione orbitale)



All'apertura della simulazione la schermata di sinistra sarà nella visione "orbit view", utile a familiarizzare con la rotazione terrestre. La modalità "visione orbitale" consente di muovere la Terra, cliccandovi sopra, osservando così la sua posizione nei diversi periodi dell'anno (indicato dalla barra temporale). Inoltre è possibile trascinare l'orbita terrestre in modo da cambiare la prospettiva.

Celestial Sphere (Sfera Celeste)

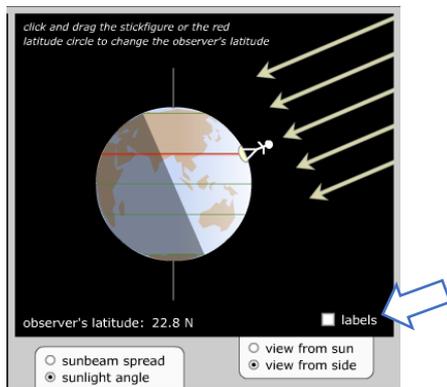


Selezionando "Celestial Sphere" (indicato dalla freccia) cambierà la prospettiva: il punto di vista dello spettatore ora sarà l'equatore celeste.

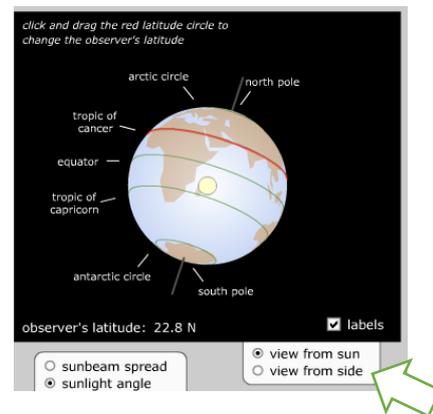
SCHERMATA IN ALTO A DESTRA

(indicata con 2 in Figura 1)

View from side (Vista laterale)



“View from sun” (Vista dal sole)



La schermata in alto a destra mostra la terra come se fosse vista da una posizione sita sul piano dell'eclittica lungo una linea tangente all'orbita terrestre. Esso permette di vedere facilmente le regioni della Terra che sono illuminate e quelle in ombra. Le frecce indicano i raggi solari e la loro direzione di incidenza. La spiegazione di perché i raggi giungano paralleli è affrontata nella risorsa didattica *“Distanza tra pianeti: un modello in scala del sistema solare”*.

Spuntare la casella “labels” (indicato dalla freccia blu) per mettere in evidenza i paralleli di maggior interesse.

Trascinando la figura stilizzata si può cambiare la latitudine dell'osservatore; di conseguenza nella schermata sottostante verrà ripotato per quel punto della Terra e quel giorno l'angolo di incidenza dei raggi solari.

Trascinando la figura sopra al punto subsolare (indicato da un piccolo cerchio giallo) si pone l'osservatore alla latitudine in cui i raggi diretti del sole stanno colpendo perpendicolarmente per quella data.

Da tenere a mente che anche se la rotazione è soppressa in questa simulazione, la figura stilizzata è su un pianeta che sta ruotando con un periodo di 24 ore attorno ad un asse che collega i poli nord e sud. Così, 12 ore più tardi sarà sull'altro lato della terra.

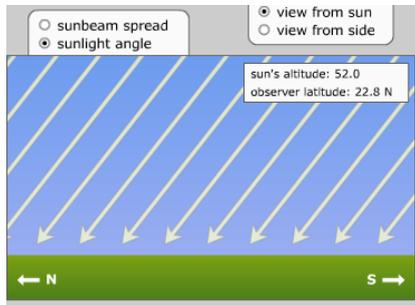
Selezionando il comando in View from sun (indicato dalla freccia verde) cambia la prospettiva, non più laterale ma dal Sole.

In figura si nota il cerchio che indica l'area subsolare che indica il punto in cui Sole è perpendicolare (per le condizioni di settaggio).

SCHEMATA IN BASSO A DESTRA

(indicata con 3 in Figura 1)

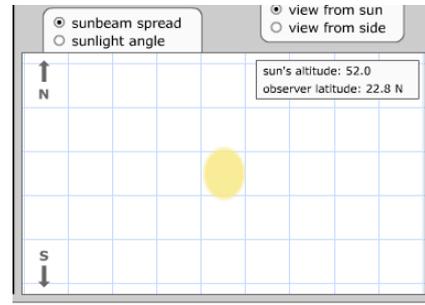
Sunlight angle (Angolo luce solare)



La schermata mostra l'angolo con cui i raggi solari colpiscono la Terra, ovviamente per la data e la latitudine impostate. Inoltre è indicata l'angolazione del Sole a mezzogiorno rispetto all'orizzonte ("sun's altitude").

Spostando la figura stilizzata (schermata in alto a destra) sul cerchio subsolare i raggi solari incidono perpendicolarmente: infatti il Sole forma un angolo di altitudine di 90° (ovviamente per la data scelta). Al contrario, il sole è all'orizzonte alla latitudine in cui i raggi colpiscono con minor angolo.

Sunbeam spread (diffusione raggio solare)



Questa visione mostra il "cilindro" di luce proveniente dal Sole, proiettato su una griglia per mostrare l'area su cui si diffonde la luce. Maggiore è l'area di diffusione, minore è l'intensità della luce.

BARRA TEMPORALE

(indicata con 4 in Figura 1)



Per cambiare il giorno e il mese si può spostare la terra nella schermata di sinistra, o usare la barra temporale.

Cliccando su "Start animation" avrà inizio la simulazione della rotazione terrestre intorno al sole e come varia l'irraggiamento solare durante l'anno.

Suggerimenti all'utilizzo del simulatore in classe

Si suggerisce di spostare la figura stilizzata a diverse latitudini, in particolare sull'equatore, i tropici e i poli. Muovendo la Terra tra la posizione corrispondente al solstizio d'estate e quello di inverno, far notare agli studenti come varia l'intensità della luce solare tra emisfero nord e sud. Osservare come le situazioni siano equivalenti e a specchio per i due emisferi.

Esempio di utilizzo: Impostare il simulatore il giorno del solstizio d'inverno attraverso la barra temporale, spostare la figura stilizzata su una latitudine di 80° N. Dal momento che il parallelo in cui si trova l'osservatore si trova interamente nell'ombra, l'osservatore non vedrà il sole in questo giorno.

Far notare nella visione laterale che il cerchio che indica l'area in cui i raggi solari incidono perpendicolarmente rimane nel corso di un anno, confinata tra i tropici non raggiungendo mai i poli.

Il caso dei poli:

L'Artico è definibile come lo spazio racchiuso dall'isoterma estiva dei 10°C (la linea che unisce le località che hanno una temperatura media, nel mese più caldo dell'estate, di 10°C) ed è caratterizzato alle latitudini più estreme da sei mesi di luce e sei mesi di buio. Per comprendere l'origine del fenomeno porre la figura stilizzata sul polo e cliccare su "Start animation" in modo da osservare come varia l'irraggiamento durante un anno.

Utilizzare anche la visione "Celestial Sphere" che permette di correggere un errore comune quando si pensa alla Terra e al Sole, ovvero che i due pianeti non sono situati sullo stesso piano ellittico. Nella visione sfera celeste si può osservare come i due piani orbitali si incrocino solo in due casi: provare a spostare il sole fino ad averlo sul piano terrestre (ellittica verde), l'angolo "sun's declination" sarà 0.0 . In questa posizione i raggi solari (schermata destra) saranno perfettamente perpendicolari all'equatore, e si parlerà di equinozio (far notare il giorno nella barra temporale).

Portare il sole alla sua massima altezza, e osservare nella figura a destra quali parti del mondo risultano illuminate, in particolare osservare i poli: in questo caso siamo ai solstizi, ovvero i raggi solari sono perpendicolari ai tropici.

Alcune domande che potrebbero favorire la discussione tra gli studenti:

1. *Qual è la forma dell'orbita terrestre intorno al Sole?*
L'orbita nel simulatore è circolare ma nella realtà è ellittica ($e = 0.017$).
2. *La distanza tra la Terra e il Sole influenza le stagioni?*
No.
3. *Cosa indica il Solstizio d'estate? Il giorno del solstizio d'estate in quale stagione siamo nell'emisfero nord? Quale stagione nell'emisfero sud?*
Il solstizio d'estate (21 Giugno) indica il giorno in cui il Sole è perpendicolare al tropico del cancro e l'angolo di incidenza dei raggi sulla terra per l'emisfero boreale è massimo. La durata delle ore diurne per quel giorno è massima. Nell'emisfero boreale siamo in estate, mentre nell'emisfero australe in inverno.
4. *Se la distanza tra la Terra e il Sole fosse responsabile delle stagioni, si avrebbero diverse stagioni tra i due emisferi?*
No.
5. *Il giorno del solstizio di inverno dove sono perpendicolare i raggi solari?*
Sul tropico del Capricorno.
6. *Qual è il significato dei tropici?*
Nell'area tra i tropici il Sole può essere allo zenit.
7. *Qual è l'ultimo luogo sulla Terra colpito dai raggi solari al Solstizio di inverno?*
Il circolo polare artico.
8. *Quale è la quantità di luce al circolo polare artico? Cosa è il Sole di mezzanotte?*
6 mesi di luce, 6 di buio.
9. *Cosa provoca le stagioni?*
L'inclinazione dell'asse terrestre di 23.5° provoca la variazione dell'intensità della luce durante l'anno.
10. *Al solstizio di inverno, il Sole si troverà a nord o a sud dell'equatore celeste?*
A sud.
11. *E al solstizio d'estate?*
A nord
12. *Se l'inclinazione dell'asse terrestre fosse maggiore cambierebbero le stagioni? Se sì come?*
Il cambiamento sarebbe notevole.

Credits:

<http://astro.unl.edu/>