

**SPACE**   
awareness

**NAVIGAZIONE NELL'ANTICO MEDITERRANEO E OLTRE**

PRIME COMPETENZE NAUTICHE DEI MARINAI NELL'ANTICO MONDO  
EUROPEO

Markus Nielbock, Haus der Astronomie



**Argomento del programma di studi**

coordinate systems, celestial navigation

**Le grandi idee della scienza**

Earth is a very small part of the universe

**Parole chiave**

navigation, astronomy, ancient history, Bronze Age, geography, stars, Polaris, North Star, latitude, meridian, pole height, circumpolar, celestial navigation, Mediterranean

**Fascia d'età**

14 - 19

**Livello scolastico**

Middle School, Secondary School

**Tempo**

1h30

**Dimensione del gruppo**

Group

**Supervisionato a fini di sicurezza**

Unsupervised

**Costo**

Low (< ~5 EUR)

**Luogo**

Indoors (small, e.g. classroom)

**Competenze chiave**

Asking questions, Developing and using models, Planning and carrying out investigations, Analysing and interpreting data, Using mathematics and computational thinking, Communicating information

**Tipo di attività didattica**

Full enquiry

## BREVE DESCRIZIONE

Gli studenti conosceranno i metodi di navigazione e i viaggi per mare nelle epoche antiche come l'Età del Bronzo. Con due attività impareranno come gli apparenti percorsi diurni delle stelle possono aiutare a trovare le direzioni cardinali e la rotta verso destinazioni conosciute nel Mediterraneo.

## FINALITÀ

Con questa attività gli studenti impareranno che

- la navigazione astronomica era già sviluppata molti secoli fa;
- oltre ad usare la Stella Polare ci sono altri metodi per determinare le direzioni cardinali usando la posizione delle stelle;
- gli antichi navigatori erano capaci di navigare con successo in mare aperto seguendo le stelle e le costellazioni.

## OBIETTIVI DIDATTICI

Gli studenti saranno in grado di:

- descrivere metodi per determinare le direzioni cardinali osservando il cielo;
- citare le principali costellazioni stellari;
- spiegare la natura delle stelle e costellazioni circumpolari;

- usare un foglio di Excel per i calcoli;
- descrivere l'importanza di migliorate competenze nautiche per le prime civiltà.

## VALUTAZIONE

In base alle domande elencate nella descrizione dell'attività, l'insegnante guida gli studenti a riconoscere le posizioni e l'apparente movimento degli oggetti celesti come indicatori delle direzioni cardinali.

Prima di lavorare sull'attività 1, gli studenti devono osservare attentamente la mappa fornita. Una visita a un planetario può aiutare a ricordare le costellazioni. Fare citare agli studenti le costellazioni che già conoscono.

Chiedere agli studenti (vedi Domande e Risposte nella descrizione delle attività) dove sarà visibile la Stella Polare se la si osserva dal Polo Nord terrestre e dall'equatore. Chiedere poi come cambia la sua posizione quando si viaggia tra questi due luoghi. Una volta compreso il concetto, introdurre la rotazione e l'apparente moto delle stelle. Mostrare agli studenti l'immagine delle scie lasciate dalle stelle e chiedere da dove vengono. Chiedere quali stelle o costellazioni rimangono sopra l'orizzonte nei differenti luoghi sulla Terra precedentemente citati. Queste sono le stelle e costellazioni circumpolari.

Spiegare l'uso del foglio di calcolo Excel per l'attività 2. Fare confrontare agli studenti i loro risultati rispetto alle diverse latitudini.

Discutere con gli studenti i possibili motivi dei viaggi per mare nelle epoche antiche.

La terza attività facoltativa è un riepilogo e può essere usata per valutare che cosa gli studenti hanno compreso.

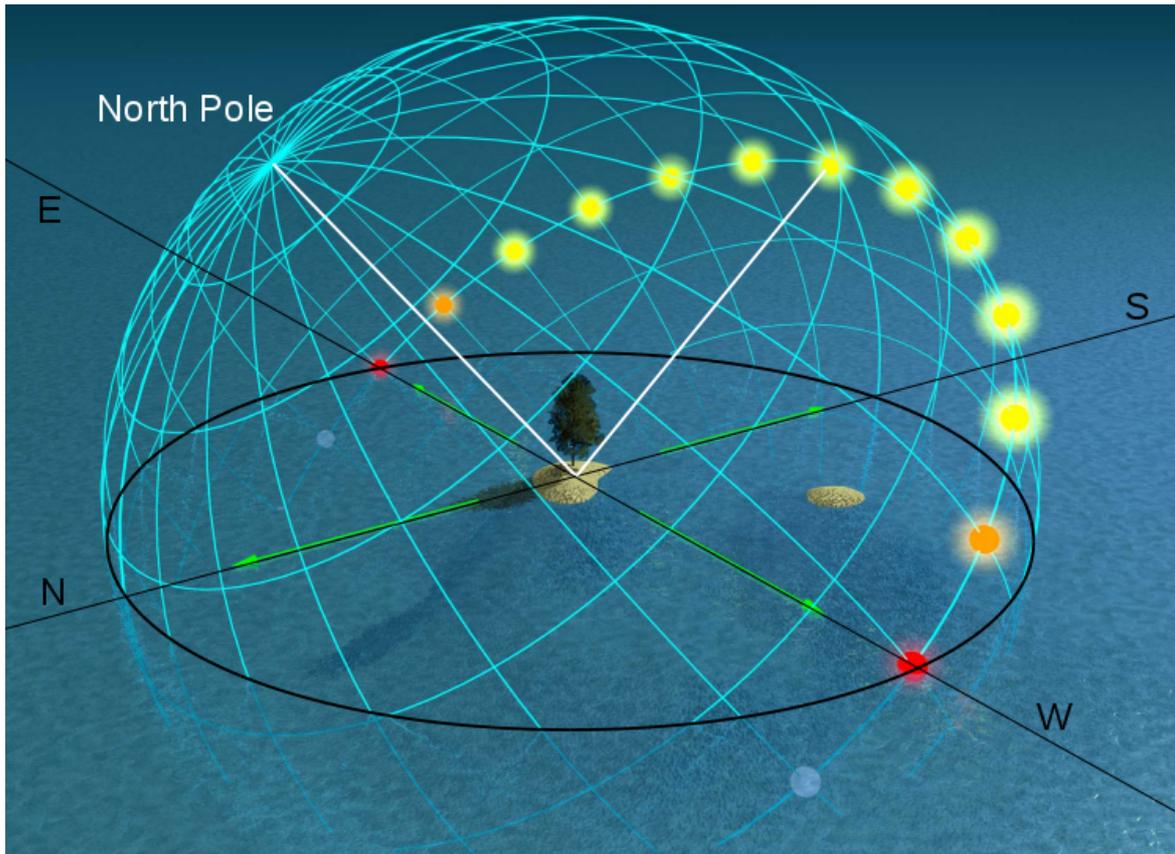
## MATERIALI

L'elenco contiene gli oggetti richiesti da un singolo studente. L'insegnante può decidere di fare lavorare gli studenti in coppia.

- fogli di lavoro
- compassi
- matita
- righello
- calcolatrice
- goniometro
- computer con installato MS Excel
- foglio di calcolo Excel: `AncientMediterranean\_BrightStars\_EUSPACE-AWE\_Navigation.xlsx

## INFORMAZIONI DI BASE

### Direzioni cardinali



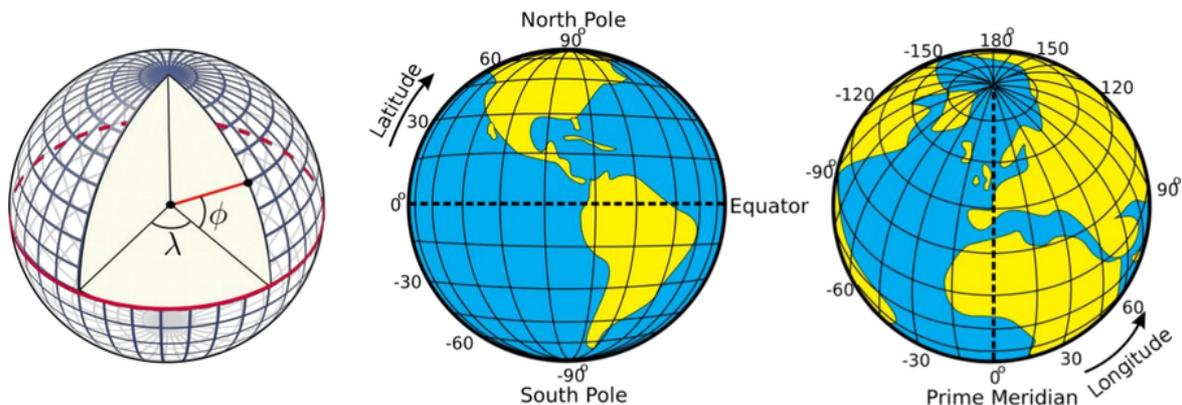
**Figura 1:** Apparente movimento diurno del Sole nell'emisfero settentrionale durante l'equinozio. Il Sole raggiunge la maggiore elevazione sull'orizzonte in direzione sud. Nell'emisfero meridionale il Sole è al culmine in direzione nord (Attribuzione: Tau'olunga, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Equinox-50.jpg>, "Equinox-50", sistema di coordinate orizzontali e annotazioni aggiunte da Markus Nielbock, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>).

Le direzioni cardinali sono definite da processi astronomici come gli apparenti movimenti diurni e annuali del Sole e i movimenti apparenti delle stelle. Nei tempi antichi e preistorici, il cielo aveva certamente un significato diverso da oggi. Ciò si riflette nei molti miti sul cielo in tutto il mondo. Di conseguenza, possiamo supporre che i processi nel cielo fossero osservati e monitorati attentamente. Nel farlo, i cicli sottostanti e i fenomeni visibili erano facili da osservare.

In qualsiasi data posizione sulla Terra ad esclusione della regione equatoriale, il Sole è sempre al culmine verso la stessa direzione (Figura 1). La regione tra i due tropici  $23,5^\circ$  a nord e sud dell'equatore è speciale, perché il Sole raggiunge la posizione di zenit al mezzogiorno locale per tutto l'anno. Di notte le stelle ruotano intorno ai poli celesti. Prove archeologiche delle ere

preistoriche, come luoghi di sepoltura e l'orientamento degli edifici, suggeriscono che le direzioni cardinali erano conoscenza comune a numerose culture molti millenni fa (p.es. McKim Malville & Putnam, 1993; Rudgeley, 2000; Schmidt-Kaler & Schlosser, 1984). È perciò ovvio che queste conoscenze fossero applicate alle prime navigazioni. La bussola magnetica rimase sconosciuta in Europa fino al 13° secolo d.C. (Lane, 1963).

## Latitudine e longitudine



**Figura 2:** Illustrazione di come sono definite le latitudini e le longitudine della Terra (Attribuzione: Peter Mercator, djexplo, CC0).

Qualsiasi luogo in un'area è definito da due coordinate. La superficie di una sfera è un'area curva, quindi usando coordinate come su e giù non ha molto senso, poiché la superficie di una sfera non ha né un inizio né una fine. Invece possiamo usare coordinate sferiche polari che partono dal centro della sfera con il raggio mantenuto fisso. Rimangono due coordinate angolari. Quando si applicano alla terra, si chiamano latitudine e longitudine. La rotazione della Terra fornisce l'asse di simmetria. Il Polo Nord è definito come il punto dove l'asse teorico di rotazione incontra la superficie della sfera e la rotazione è in senso antiorario quando si guarda il Polo Nord da sopra. Il punto opposto è il Polo Sud. L'Equatore è definito come il grande cerchio a metà strada tra i due poli.

Le latitudini sono cerchi paralleli all'equatore. Si contano da 0° all'equatore a  $\pm 90^\circ$  ai poli. Le longitudini sono grandi cerchi che connettono i due poli della Terra. Per una data posizione sulla Terra, la linea di longitudine che passa attraverso lo zenit, il punto direttamente sopra l'osservatore, si chiama meridiano. Questa è la linea che il Sole attraversa apparentemente al mezzogiorno locale. Il punto di origine di questa coordinata è il meridiano zero e passa per Greenwich, dove si trova l'Osservatorio Reale di Inghilterra. Da lì le longitudini si contano da 0° a  $\pm 180^\circ$ .

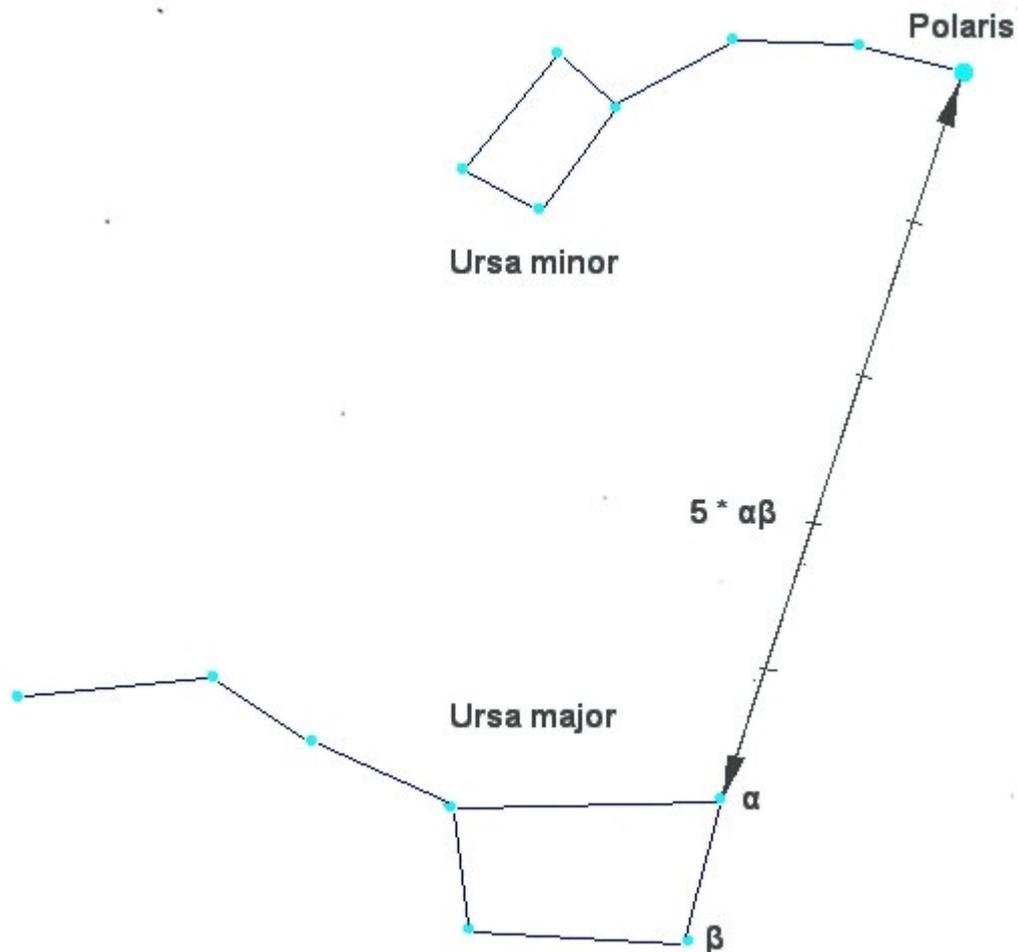
Esempio: Heidelberg in Germania si trova a 49,4° Nord e 8,7° Est.

**Elevazione del polo (altezza polare)**



**Figura 3:** Scie di stelle nel cielo dopo un tempo di esposizione di circa 2 ore (Attribuzione: Ralph Arvesen, Live Oak star trails, <https://www.flickr.com/photos/rarvesen/9494908143>, <https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/legalcode>).

Se proiettiamo il sistema delle coordinate terrestri delle latitudini e delle longitudini nel cielo, otteniamo il sistema di coordinate equatoriali celesti. L'equatore terrestre diventa l'equatore celeste e i poli geografici diventano i poli celesti. Se dovessimo fare una fotografia con una lunga esposizione del cielo boreale, vedremmo, osservando le scie delle stelle, che tutte ruotano attorno a un punto comune, il polo celeste boreale (Figura 3).

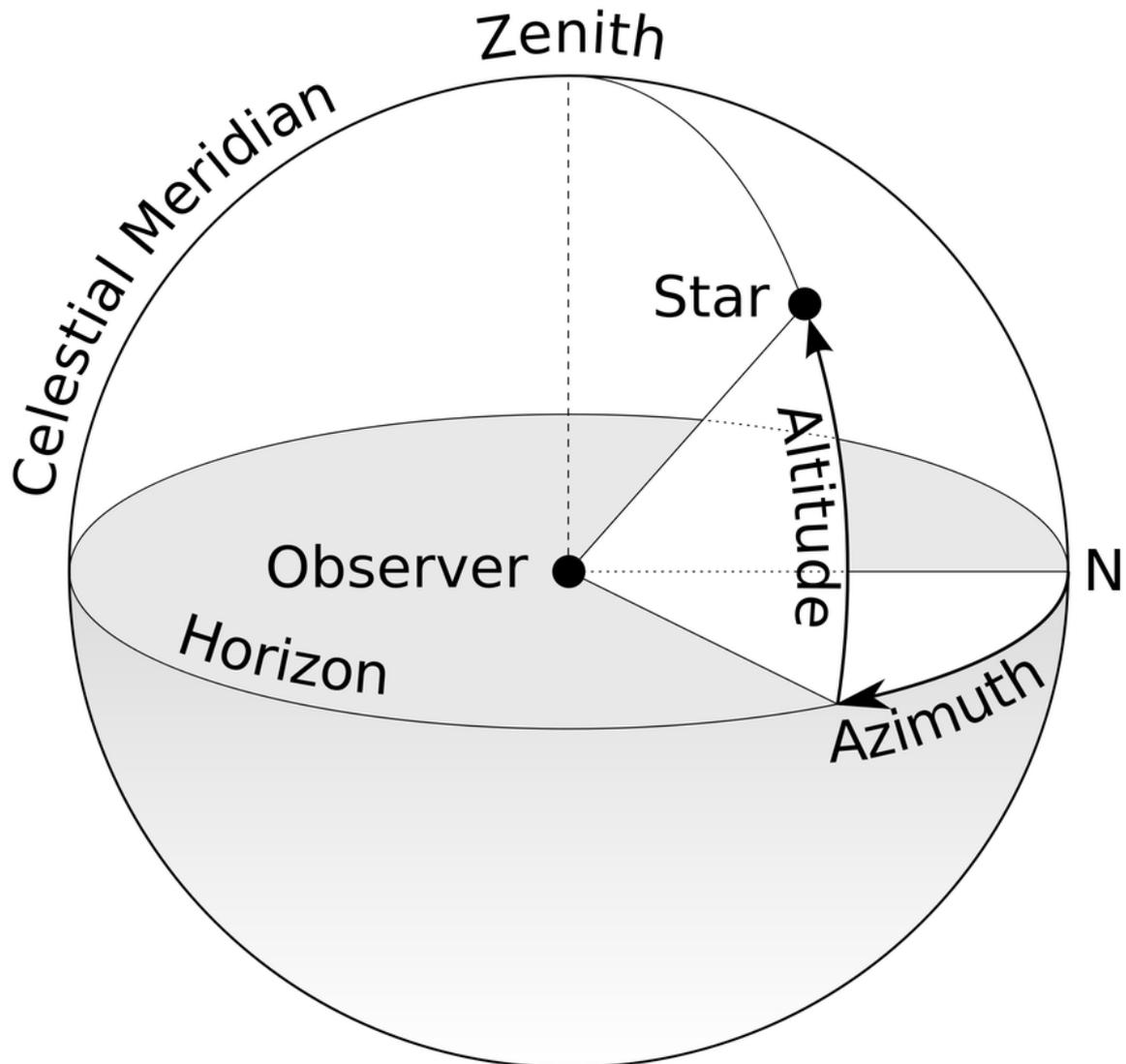


**Figura 4:** Configurazione delle due costellazioni Ursa Major (Orsa Maggiore) e Ursa Minor (Orsa Minore) nel cielo boreale. Polaris, la stella del Nord, che è vicina al vero polo celeste boreale, è la stella più luminosa dell'Orsa Minore (Attribuzione: Bonč, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ursa\\_Major\\_-\\_Ursa\\_Minor\\_-\\_Polaris.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ursa_Major_-_Ursa_Minor_-_Polaris.jpg), "Ursa Major – Ursa Minor – Polaris", basato su [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ursa\\_Major\\_and\\_Ursa\\_Minor\\_Constellations.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ursa_Major_and_Ursa_Minor_Constellations.jpg), colori invertiti da Markus Nielbock, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>).

Nell'emisfero settentrionale c'è una stella moderatamente luminosa vicino al polo celeste, la Stella Polare/Stella del Nord o Polaris. È la stella più luminosa della costellazione dell'Orsa Minore, Ursa Minor (Figura 4). Nella nostra era la Stella Polare è meno di un grado lontano dal polo. Tuttavia, 1.000 anni fa, era lontana 8°. Perciò oggi la possiamo usare per determinare la posizione del polo boreale celeste. Nel polo australe celeste non c'è una stella simile che si possa osservare a occhio nudo. Occorre usare altri metodi per trovarlo.

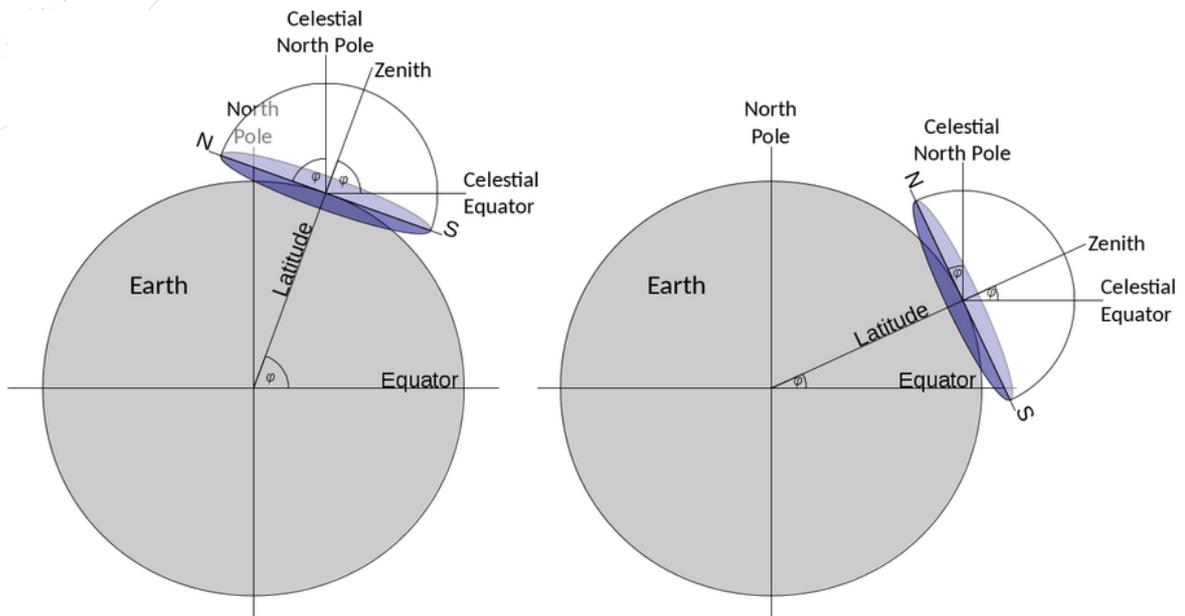
Se ci trovassimo esattamente al Polo Nord geografico, la Stella Polare sarebbe sempre esattamente sopra di noi. Possiamo dire che la sua elevazione sarebbe (quasi) di 90°. Queste informazioni introducono il sistema di coordinate orizzontali (Figura 5). È il riferimento naturale che usiamo oggi. Noi, gli osservatori, siamo il punto di origine di questo sistema di coordinate posto su un piano, il cui limite è l'orizzonte. Il cielo è immaginato come un emisfero che sta al di sopra. L'angolo tra un oggetto nel cielo e l'orizzonte è l'altezza o elevazione. La direzione

all'interno del piano è data da un angolo tra  $0^\circ$  e  $360^\circ$ , l'azimut, che è di solito contato in senso orario da nord. In navigazione è anche detto rilevamento. Il meridiano è la linea che collega il Polo Nord al Polo Sud all'orizzonte e attraversa lo zenit.



**Figura 5:** Illustrazione del sistema di coordinate orizzontali. L'osservatore è l'origine delle coordinate assegnate come l'azimut e l'altezza o elevazione (Attribuzione: TWCarlson, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Azimuth-Altitude\\_schematic.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Azimuth-Altitude_schematic.svg), "Azimuth-Altitude schematic", <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>).

Per qualsiasi altra posizione sulla Terra, il polo celeste o Polaris appare a un'elevazione inferiore a  $90^\circ$ . All'equatore sfiorerebbe appena l'orizzonte, cioè avrebbe un'elevazione di  $0^\circ$ . La correlazione tra la latitudine (Polo Nord =  $90^\circ$ , Equatore =  $0^\circ$ ) e l'elevazione della Stella Polare non è una coincidenza. La Figura 6 riunisce tutti i tre sistemi di coordinate menzionati. Per un dato osservatore, a qualsiasi latitudine sulla Terra, il sistema di coordinate orizzontali locali tocca il sistema di coordinate polari sferiche terrestri in un singolo punto di tangente. Il disegno mostra che l'elevazione del polo boreale celeste, detto anche altezza del polo, è esattamente uguale alla latitudine nord dell'osservatore sulla Terra.

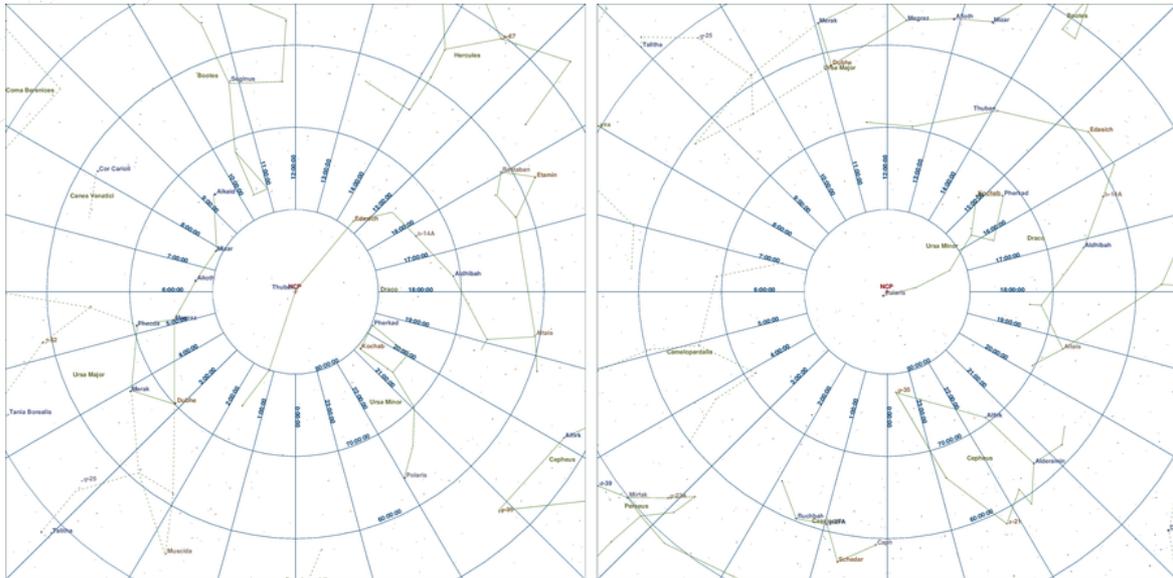


**Figura 6:** Quando si riuniscono i tre sistemi di coordinate (sferiche terrestri, equatoriali celesti, orizzontali locali), risulta chiaro che la latitudine dell'osservatore è esattamente l'elevazione del polo celeste, noto anche come altezza del polo (Attribuzione: M. Nielbock, opera propria).

Da ciò possiamo concludere che, se misuriamo l'elevazione della Stella Polare, possiamo determinare la nostra latitudine sulla Terra con precisione ragionevole.

## Stelle e costellazioni circumpolari

Nella storia antica, p.es. nell'Età del Bronzo, la Stella polare non poteva essere usata per determinare il nord. A causa della precessione dell'asse terrestre, si trovava a circa  $30^\circ$  dal polo boreale celeste nel 3.500 a.C. Era, invece, molto più appropriata la stella Thuban (della costellazione del Dragone), poiché era a meno di  $4^\circ$ . Era, tuttavia, molto più debole della Stella Polare e forse non era sempre visibile a occhio nudo.



**Figura 7:** Mappe stellari della regione del polo boreale celeste negli anni 2.750 a.C. e 2016 d.C. (opera propria, creata con XEphem Version 3.7.6 prodotta da Elwood C. Downey e distribuita da Clear Sky Institute Inc., Solon, Iowa, USA, <http://www.xephem.com>).

Quando si osserva il cielo notturno, alcune stelle entro un certo raggio intorno ai poli celesti non tramontano mai; sono le circumpolari (vedi Figura 3). I navigatori erano abbastanza esperti per determinare la vera posizione del polo celeste osservando alcune stelle vicine. Questo metodo funziona anche per il polo australe celeste.

Navigando in direzione nord o sud, i marinai osservano che, se varia l'elevazione del polo celeste, si altera anche l'area circumpolare. Perciò, tutte le volte che i navigatori vedono la stessa stella o costellazione che culmina, che cioè transita per il meridiano, alla stessa elevazione, si mantengono sulla "latitudine". Sebbene gli istruiti antichi Greci avessero familiarità con il concetto di latitudine di una Terra sferica, probabilmente i comuni marinai non l'avevano. Per loro era sufficiente cogliere la connessione tra l'elevazione delle stelle e la loro rotta. Gli antichi navigatori conoscevano il cielo notturno molto bene. Utilizzavano le posizioni relative delle costellazioni per determinare la propria posizione in termini di latitudine.

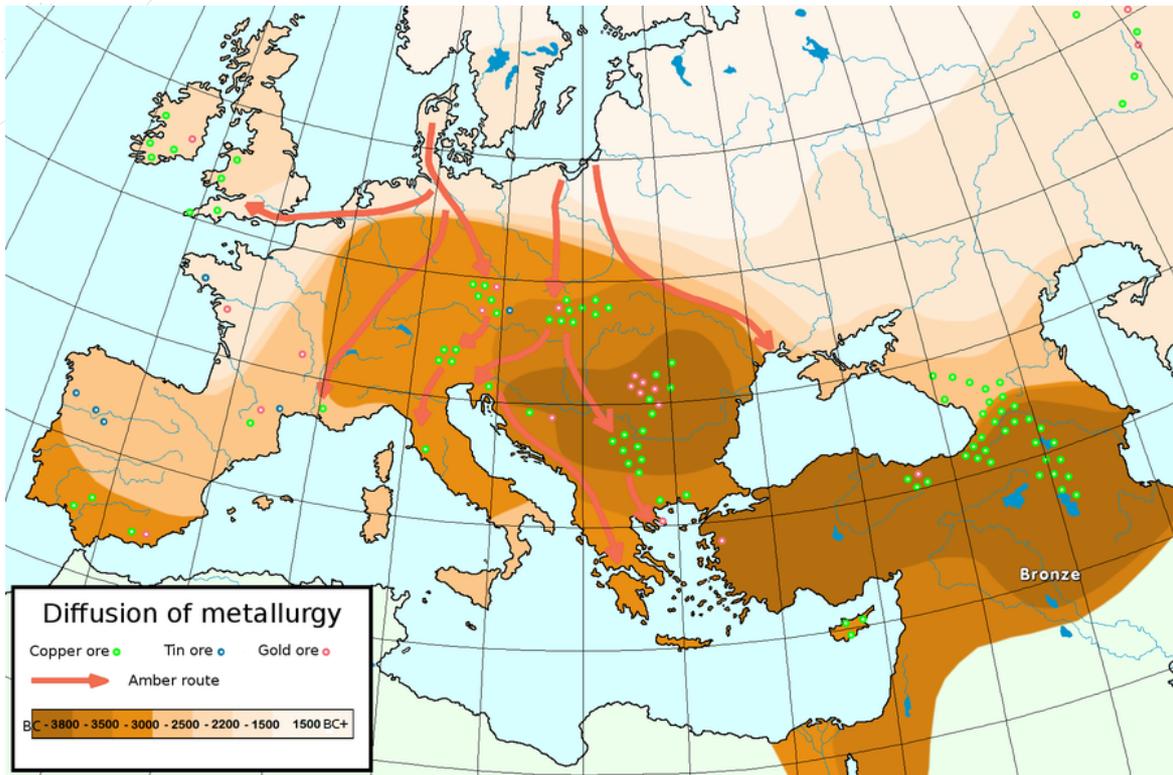
## Primi viaggi e navigazioni nel Mediterraneo

La navigazione usando gli oggetti celesti è una competenza praticata molto tempo prima che gli esseri umani calpestassero la Terra. Oggi conosciamo numerosi esempi di animali che trovano il loro percorso usando il cielo diurno e notturno. Le api e le farfalle monarca si spostano usando il Sole (Sauman et al., 2005), proprio come gli storni (Kramer, 1952). Ancora più impressionante è l'abilità degli uccelli (Emlen, 1970; Lockley, 1967; Sauer, 1958) e delle foche (Mauck, Gläser, Schlosser, & Dehnhardt, 2008) che identificano la posizione delle stelle di notte per mantenere la rotta. Tuttavia, nella nostra civiltà moderna con l'intensa illuminazione delle città, le luci forti possono essere scambiate per oggetti celesti. Per esempio, le falene usano la luce per mantenere un percorso costante, ma se confuse da un lampione continuano a girarci attorno fino alla morte (Stevenson, 2008). Di conseguenza, l'inquinamento luminoso è una seria minaccia per molti animali. La dimensione del problema è mostrata nella Figura 8.



**Figura 8:** La Penisola Iberica vista di notte dalla Stazione Spaziale Internazionale (Attribuzione: Immagine per concessione di Earth Science and Remote Sensing Unit, NASA Johnson Space Center, mission-roll-frame no. ISS040-E-081320 (26 July 2014), <http://eol.jsc.nasa.gov/SearchPhotos/photo.pl?mission=ISS040&roll=E&frame=081320>).

Circa 50.000 anni fa i colonizzatori aborigeni in Australia furono tra i primi umani a navigare in mare aperto (Hiscock, 2013). Le più antiche testimonianze di viaggi marini nel Mediterraneo risalgono al 7.000 a.C. (Hertel, 1990) ed erano fatti su barche o piccole navi sospinte solo a remi. Le rotte seguivano la costa, dove punti di riferimento aiutavano a navigare verso le destinazioni desiderate. Per attraversare distanze maggiori, era necessario un meccanismo di propulsione indipendente dalla forza muscolare. Perciò la vela fu una delle più importanti invenzioni della storia umana, simile nel suo ambito a quella della ruota. Attorno alla metà del 4° millennio a.C., le navi egizie solcavano il Mediterraneo orientale (Bohn, 2011) stabilendo rotte commerciali con Biblo in Fenicia, la biblica Canaan, ora Libano. Questo è circa il periodo in cui iniziò l'Età del Bronzo. Lo stagno era un elemento importante nell'Età del Bronzo e le fonti di stagno nell'Europa centrale e occidentale diedero l'avvio al commercio su larga scala (Penhallurick, 1986). Il trasporto su lunghe distanze dentro e fuori del Mediterraneo avveniva con navi.



**Figura 9:** Mappa della diffusione della metallurgia. I depositi di stagno dell'Età del Bronzo si trovano in maggior parte sulla costa dell'Atlantico europeo (Attribuzione: Utente: Hamelin de Guettelet, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Metallurgical\\_diffusion.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Metallurgical_diffusion.png), domini pubblico).

Presto, i navigatori compresero che gli oggetti celesti, specialmente le stelle, potevano essere usati per mantenere la rotta di una nave. Tali competenze sono già citate nella letteratura antica come l'Odissea di Omero che si pensa risalga all'8° secolo a.C. Le prime testimonianze sono riconducibili all'Età del Bronzo quando i Minoici di Creta erano un popolo molto influente. Vissero tra il 3.650 e il 1.450 a.C. nel Mediterraneo orientale e navigarono nel Mar Egeo. Poiché molti dei loro edifici sacri erano orientati secondo le direzioni cardinali e fenomeni astronomici come il sorgere del Sole e gli equinozi (Henriksson & Blomberg, 2008, 2009), è ragionevole pensare che usassero queste conoscenze anche per la navigazione (Blomberg & Henriksson, 1999). I Minoici navigavano verso l'isola di Thera (Santorini) e l'Egitto, rimanendo in mare aperto per parecchi giorni.



**Figura 10:** Mappa di Creta con gli antichi siti minoici dell'inizio 2° millennio a.C. (Attribuzione: Eric Gaba (Sting), [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Crete\\_integrated\\_map-en.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Crete_integrated_map-en.svg), annotazioni in rosso di Markus Nielbock, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>).

Il poeta greco Arato di Soli pubblicò i suoi Fenomeni circa nel 275 a.C. (Aratus, Callimachus, & Lycophron, 1921), descrivendo in dettaglio le posizioni delle costellazioni e l'ordine in cui sorgevano e tramontavano. Si trattava di informazioni vitali per qualsiasi navigatore per mantenere una data rotta. Questi avrebbe semplicemente impostato la rotta e l'avrebbe mantenuta con l'aiuto delle costellazioni stellari che apparivano verso quella direzione. L'azimut di una data stella quando sorge o tramonta rimane costante tutto l'anno eccetto per una piccola variazione nell'arco di 26.000 anni causata dalla precessione dell'asse terrestre. È interessante che le posizioni di Arato non si adattavano alla tarda Età del Bronzo e alla prima Età del Ferro ma andavano bene per l'era del regno minoico (Blomberg & Henriksson, 1999) circa 2.000 anni prima.

Intorno al 1.00 a.C. i Fenici divennero la civiltà dominante nel Mediterraneo. Fondarono colonie lungo le coste meridionali e occidentali del Mediterraneo e oltre. Tra queste c'era la colonia di Gades (ora Cadice), proprio al di là dello Stretto di Gibilterra, che serviva come punto di scambio per le merci e le risorse provenienti dall'Europa del nord (Cunliffe, 2003; Hertel, 1990). Numerosi viaggi documentati attraverso l'Oceano Atlantico li portarono in Gran Bretagna e anche a molte centinaia di miglia lungo la costa africana (Johnson & Nurminen, 2009).



**Figura 11:** Il cielo notturno con rotta da Creta a Alessandria il 22 settembre 2000 a.C. 21:30 UT (Attribuzione: opera propria, creata con Stellarium, free GNU GPL software, dopo Blomberg & Henriksson (1999), Fig. 9).

Lo storico greco Erodoto (ca. 484 – 420 a.C.) scrive di una spedizione fenicia finanziata dal faraone egizio Neco II (610 – 595 a.C.) che salpò dal Mar Rosso per circumnavigare l'Africa e ritornò in Egitto attraverso il Mediterraneo (Bohn, 2011; Hertel, 1990; Johnson & Nurminen, 2009). A quanto pare, i marinai riportarono che a volte il Sole si trovava a nord (Cunliffe, 2003), il che si verifica dopo aver attraversato l'equatore in direzione sud. Tutto questo parla a favore di straordinarie competenze nautiche. Dopo che i Persiani ne conquistarono la patria nel 539 a.C., l'influenza dei Fenici cadde in declino, ma fu ristabilita dai discendenti delle loro colonie, i Cartaginesi.



**Figura 12:** Rotte commerciali dei Fenici durante l'Età del Bronzo europea (Attribuzione: DooFi, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PhoenicianTrade\\_EN.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PhoenicianTrade_EN.svg), <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode> ).

## Pitea

Un lungo viaggio molto famoso e ben documentato è stato descritto da antichi autori e studiosi come Strabone, Plinio e Diodoro Siculo. È il viaggio di Pitea (ca. 380 – 310 a.C.), un astronomo, geografo ed esploratore greco di Marsiglia che, a quanto pare, attorno al 320 a.C. oltrepassò il Mediterraneo, viaggiò lungo la costa occidentale dell'Europa e giunse fino alle Isole Britanniche e oltre il Circolo artico e forse raggiunse l'Islanda o le Isole Faroe che chiamò Thule (Baker & Baker, 1997; Cunliffe, 2003; Hergt, 1893).

Massalia (o Massilia), come era chiamata allora Marsiglia, fu fondata dai Greci di Focea attorno al 600 a.C. e divenne uno dei più grandi e ricchi avamposti greci nel Mediterraneo occidentale con forti relazioni commerciali con le tribù celtiche che occupavano la maggior parte dell'Europa (Cunliffe, 2003). Pitea nacque nella tarda Età del Bronzo, quando stava fiorendo il commercio con le regioni del Nord Europa. Nella geografia greca non si sapeva molto su questa parte del mondo, eccetto che i barbari che la abitavano scavavano miniere di stagno e commerciavano la preziosa ambra così ambita in tutto il Mediterraneo. Forse fu solo per pura curiosità che Pitea partì per esplorare questi litorali.



**Figura 13:** Statua di Pitea eretta nel Palais de la Bourse di Marsiglia per celebrare le sue

imprese (Attribuzione: Rvalette, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pythéas.jpg>, "Pythéas", <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>).

Il suo viaggio fu una pietra miliare perché Pitea era uno scienziato e un grande osservatore. Usò uno gnomone o una meridiana, che gli permise di determinare la latitudine e di misurare il tempo durante il suo viaggio (Nansen, 1911). Notò anche che in estate il Sole splendeva più a lungo alle latitudini più a nord. Fu inoltre il primo a rilevare una relazione tra le maree, praticamente assenti nel Mediterraneo, e le fasi lunari (Roller, 2006)



**Figura 14:** Il viaggio di Pitea di Marsiglia secondo Cunliffe (2003) (Attribuzione: ESA/Cunliffe, [http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2005/09/The\\_journey\\_of\\_Pytheas](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2005/09/The_journey_of_Pytheas), [http://www.esa.int/spaceinimages/ESA\\_Multimedia/Copyright\\_Notice\\_Images](http://www.esa.int/spaceinimages/ESA_Multimedia/Copyright_Notice_Images)).

## DESCRIZIONE COMPLETA DELL'ATTIVITÀ

### Introduzione

Sarebbe utile integrare le attività in un più ampio contesto sui viaggi di mare, p.es. con collegamenti a geografia, storia, letteratura, ecc.

Suggerimento: Questa attività potrebbe essere associata ad altre mirate all'acquisizione di conoscenze come una presentazione orale in storia, letteratura o geografia incentrata sulla navigazione. Ciò preparerebbe il terreno in modo più interattivo rispetto a quanto può ottenere un insegnante riassumendo i fatti.

Si potrebbero mostrare agli studenti alcuni interessanti documentari sulle esplorazioni marine. Come introduzione alla navigazione astronomica in generale e ai primi navigatori, fare vedere agli studenti i seguenti video. L'ultimo è in francese. Si potrebbe proiettarlo in concomitanza

con le lezioni di francese a scuola. Altrimenti narrare la storia di Pitea come descritta nelle informazioni di base. Si può stabilire un collegamento con le lezioni di letteratura o di storia leggendo 'The Extraordinary Voyage of Pytheas' (Lo straordinario viaggio di Pitea) di B. Cunliffe.

Episodio 2: Celestial Navigation (La navigazione astronomica) (Durata: 4:39)

<https://www.youtube.com/watch?v=DoOuSo9qElI>

How did early Sailors navigate the Oceans? | The Curious Engineer (Come navigavano i primi marinai gli oceani? | L'ingegnere curioso) (Durata: 6:20)

<https://www.youtube.com/watch?v=4DlNhbkiYY>

World Explorers in 10 Minutes (Esploratori del mondo in 10 minuti) (Durata: 9:59)

<https://www.youtube.com/watch?v=iUkOfzhvMMs>

Once upon a time ... man: The Explorers - The first navigators (C'era una volta ... l'uomo: Gli esploratori - I primi navigatori) (Durata: 23:13)

<https://www.youtube.com/watch?v=KuryXLnHsEY>

Pythéas, un Massaliote méconnu (francese, durata: 9:57)

<https://www.youtube.com/watch?v=knBNHbbu-ao>

Chiedere agli studenti se sanno da quanto tempo gli esseri umani si servono delle navi per attraversare gli oceani. Si può fare notare la migrazione dell'homo sapiens verso le isole e continenti isolati come l'Australia.

Risposte possibili:

Sappiamo per certo che si usano le navi per attraversare lunghe distanze dal 3.000 a.C. o prima. Tuttavia i primi colonizzatori dell'Australia devono avere trovato una rotta per attraversare gli oceani circa 50.000 a.C.

Chiedere agli studenti quali benefici si potevano trarre dall'esplorazione dei mari. Forse qualcuno conosce culture storiche o marinai famosi. L'insegnante può fornire alcuni esempi di antichi navigatori, p. es. del Mediterraneo.

Risposte possibili:

Trovare nuove risorse e cibo, commerciare, spirito di avventura, curiosità.

Chiedere agli studenti come trovano la strada per arrivare a scuola ogni giorno. Che cosa li aiuta a orientarsi per non perdersi? Dopo che sono stati citati i punti di riferimento (edifici, semafori, fermate dell'autobus, ecc.), chiedere agli studenti come i navigatori erano in grado di trovare la loro rotta in mare. Nei tempi antichi per navigare seguivano direzioni collegate a punti di riferimento che potevano essere riconosciuti. Ma per questo motivo le navi dovevano stare vicino alla costa. I fari migliorarono la situazione. Le bussole magnetiche furono inventate piuttosto tardi intorno all'11° secolo d.C. e non furono usate in Europa prima del 13° secolo. Ma cosa si poteva usare come punto di riferimento in mare aperto? Gli studenti possono citare oggetti celesti come il Sole, la Luna e le stelle.

Domande aggiuntive suggerite, soprattutto dopo avere mostrato i video introduttivi.

D: Chi era Pitea?

R: Era un antico scienziato ed esploratore greco.

D: Dove e quando visse?

R: Visse nel 4° secolo a.C. durante la tarda Età del Bronzo a Massalia, ora Marsiglia.

D: Dove viaggiò?

R: Pitea viaggiò lungo la costa atlantica dell'Europa fino in Gran Bretagna e probabilmente raggiunse il Circolo artico e l'Islanda.

D: Che cosa osservò e scoprì durante il suo viaggio?

R: Fu il primo greco ad arrivare fino al nord. Notò che la durata della luce solare dipende dalla latitudine. Fu anche il primo a collegare le maree alle fasi lunari.

### Attività 1: Costellazioni e stelle circumpolari

Materiali necessari:

- fogli di lavoro
- compassi
- matita
- righello
- calcolatrice

In assenza di una stella luminosa ai poli celesti, gli antichi navigatori erano capaci di trovarli osservando alcune stelle circumpolari. Questi navigatori avevano abbastanza esperienza per determinare il vero nord dalla relativa posizione di tali stelle e dal loro percorso intorno ad esso.

Usavano, inoltre, le costellazioni e le stelle circumpolari per dedurre la loro latitudine. Tali stelle e costellazioni non sorgono o tramontano mai; sono sempre sopra l'orizzonte. Mentre oggi possiamo misurare l'elevazione della Stella Polare sopra l'orizzonte, gli antichi navigatori vedevano la Stella Polare lontana molti gradi dal polo celeste boreale. Comunque, nell'emisfero meridionale non c'è tale indicatore stellare. Quindi, invece di misurare l'elevazione della Stella Polare, osservavano le stelle e le costellazioni che erano ancora visibili all'orizzonte al momento di elevazione più bassa sopra l'orizzonte (culminazione inferiore) durante la loro orbita apparente attorno al polo celeste.

Fare guardare agli studenti i due seguenti video che dimostrano il fenomeno delle stelle e delle costellazioni circumpolari in due luoghi sulla Terra. Simulano l'apparente rotazione giornaliera del cielo attorno al polo celeste boreale.

CircumpolarStars Heidelberg 49degN (Durata: 0:57) <https://youtu.be/uzeey9VPA48>

CircumpolarStars Habana 23degN (Durata: 0:49) [https://youtu.be/zggfQC\\_d7UQ](https://youtu.be/zggfQC_d7UQ)

Gli studenti noteranno che:

1. Ci sono sempre stelle e costellazioni che non tramontano mai. Queste sono le stelle e costellazioni circumpolari.

2. L'angolo tra il polo celeste (Polaris) e l'orizzonte dipende dalla latitudine dell'osservatore. Di fatto, questi angoli sono identici.
3. La regione circumpolare dipende dalla latitudine dell'osservatore. È più grande per luoghi più vicini al polo.

Se gli studenti hanno familiarità con l'uso di un planisfero, possono studiare lo stesso fenomeno guardando i due seguenti video.

CircumPolarStars phi N20 (Durata: 0:37) <https://youtu.be/Uv-xcdqhV00>

CircumPolarStars phi N45 (Durata: 0:37) <https://youtu.be/VZ6RmdzbpPw>

I due video mostrano la rotazione del cielo alle latitudini 20° e 45°. L'area trasparente rivela il cielo visibile per un dato punto nel tempo. Il cerchio tratteggiato indica la regione delle stelle e delle costellazioni circumpolari.

#### *Domande*

D: Che cosa hanno di speciale i Poli Nord e Sud geografici della Terra rispetto ad altri luoghi?

R: Definiscono l'asse di rotazione della Terra.

D: Come trovi il nord e le altre direzioni cardinali senza una bussola?

R: I corpi celesti, p.es. le stelle come la Stella Polare, indicano il polo celeste boreale.

D: Perché la Stella Polare indica il nord?

R: Ai nostri tempi la Stella Polare è vicina al polo celeste boreale.

D: Dove troveresti nel cielo il polo celeste boreale/australe se tu fossi esattamente nel polo terrestre boreale/australe?

R: Allo zenit, cioè direttamente sopra la testa.

D: Come cambierebbe questa posizione se viaggiassi verso l'equatore?

R: La sua elevazione declinerebbe dallo zenit all'orizzonte.

D: Che cosa sono le costellazioni circumpolari?

R: Sono costellazioni che ruotano attorno a uno dei poli celesti e non sorgono o tramontano mai. Sono sempre sopra l'orizzonte.

D: Quali delle costellazioni visibili sarebbero circumpolari se ti trovassi nel polo terrestre boreale/australe o all'equatore?

R: L'intero emisfero settentrionale/meridionale (poli). Nessuna all'equatore.

D: Se la S

R: Poiché le stelle e le costellazioni circumpolari dipendono dalla latitudine, proprio come l'elevazione della Stella Polare, quelle che stanno sempre sopra l'orizzonte indicheranno dove mi trovo.

*Esercizio*

Il compito è ora di seguire i passi di un navigatore vissuto circa 5.000 anni fa. Usando queste competenze, gli studenti determineranno le costellazioni che sono circumpolari quando osservate da date posizioni sulla Terra.

La tabella seguente contiene i nomi di sei città con le loro latitudini. I valori negativi indicano latitudini meridionali. La settima riga è vuota; lì gli studenti possono aggiungere i dettagli della loro città. Gli studenti dovranno calcolare i raggi angolari dal polo celeste. Il calcolo è semplice perché è lo stesso dell'altezza dei poli e della latitudine:  $\varphi = \varrho$

Quindi gli studenti selezionano la mappa corrispondente all'emisfero. Usano i compassi per tracciare i cerchi di questi raggi attorno al polo corrispondente. Le costellazioni dentro il cerchio sono circumpolari. Le costellazioni che sono totalmente o parzialmente visibili per una data città sono aggiunte alla tabella.

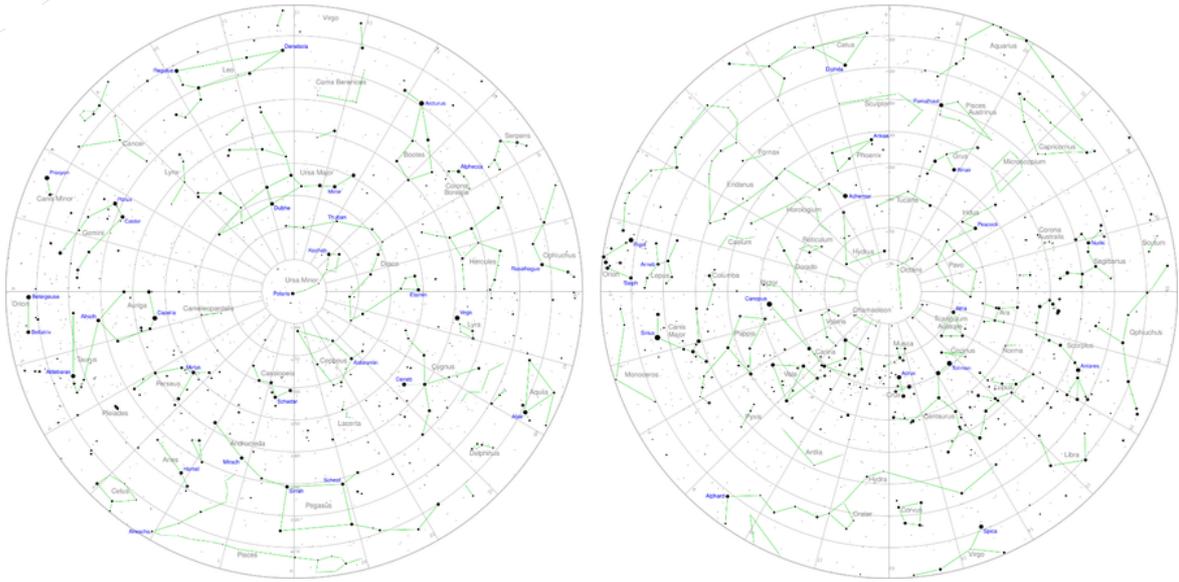
Possibili soluzioni sono aggiunte in corsivo. La tabella preparata per l'esercizio è contenuta nel foglio di lavoro.

City	Latitude (°)	Radius in map (cm)	Constellations
Tunis (ancient Carthage, Tunisia)	36.8		
Cape Town (South Africa)	-33.9		
Plymouth (UK)	50.4		
Wellington (New Zealand)	-41.3		
Mumbai (India)	19.0		
Grytviken (South Georgia)	-54.3		

*Istruzioni dettagliate*

1. Determinare la scala delle mappe. La scala angolare è 90° dai poli al circolo esterno, cioè l'equatore celeste.
2. Convertire le latitudini nella tabella in raggi nella scala delle mappe e aggiungerli alla tabella.
3. Per ogni città:
  - i. Selezionare la mappa adatta.
  - i. Usare i compassi per tracciare un cerchio con un raggio che è stato determinato per quella città.

i. Trovare e annotare le costellazioni circumpolari visibili. Se sono troppe, selezionare quelle più evidenti.



**Figura 15:** Mappa stellare dell'emisfero settentrionale meridionale (Attribuzione: Markus Nielbock, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NorthernCelestialHemisphere.png>, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SouthernCelestialHemisphere.png>, <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>, creato con PP3, <http://pp3.sourceforge.net>).

#### *Discussione*

Nei tempi antichi la Stella Polare non coincideva con il polo celeste boreale. Spiegare l'importanza delle stelle e delle costellazioni circumpolari per gli antichi navigatori.

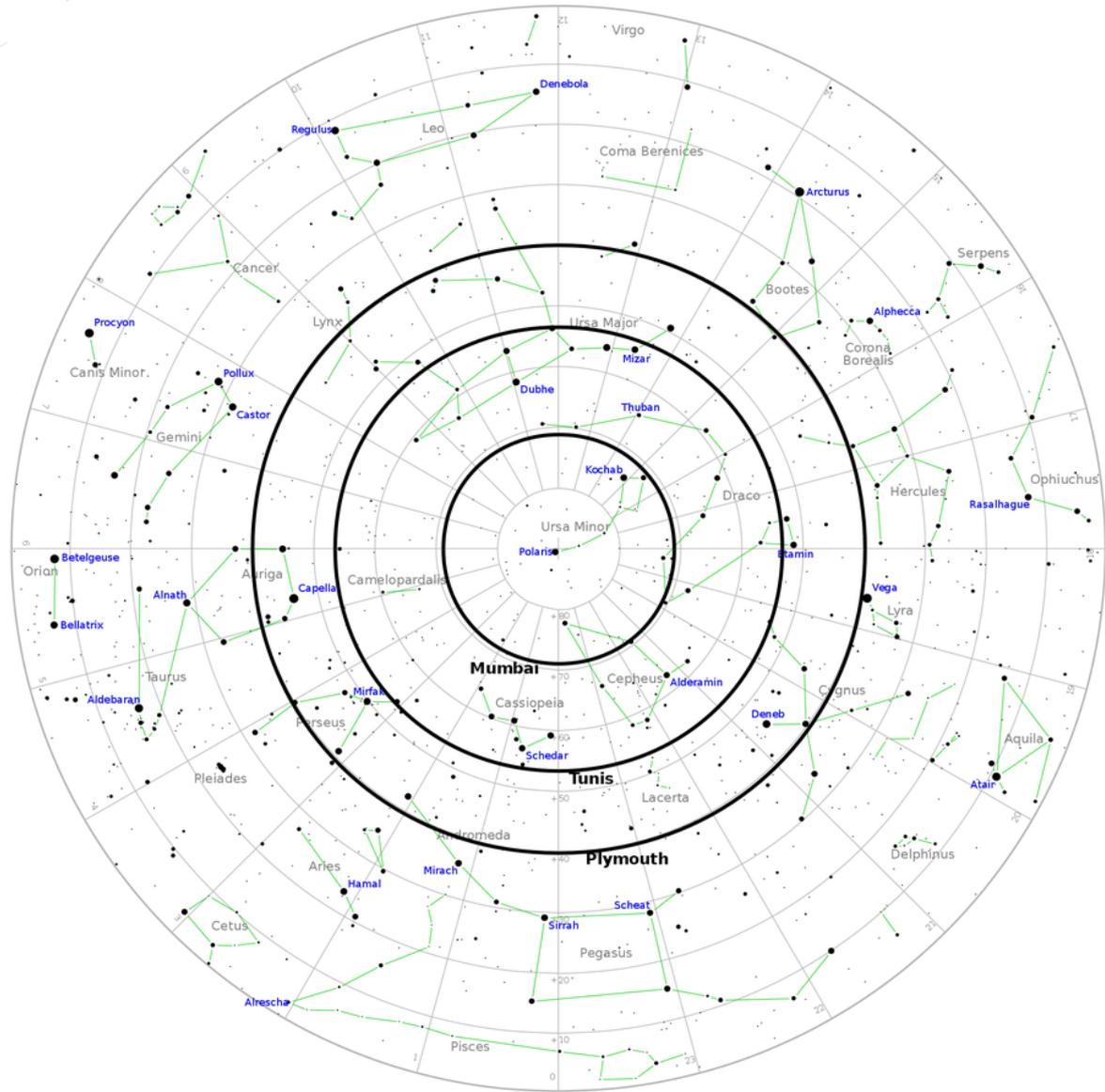
\*Possibile risultato:

Fornivano un eccellente strumento per mantenere la latitudine e impedivano ai navigatori di perdersi in mare aperto.

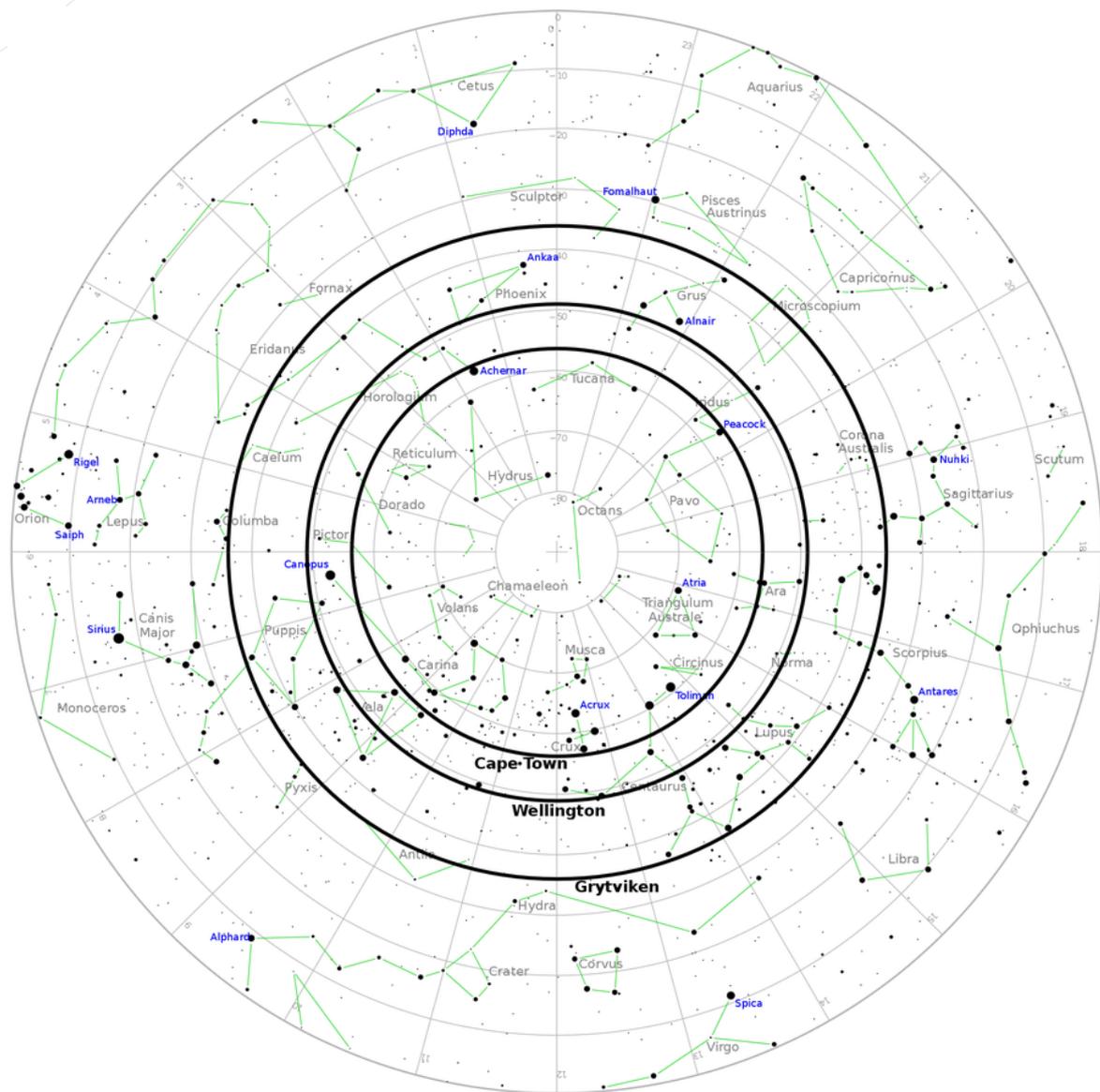
Soluzioni

La scala delle mappe è: 1cm 10°

Cielo boreale



Cielo australe



**Attività 2: Le stelle indicano il percorso**

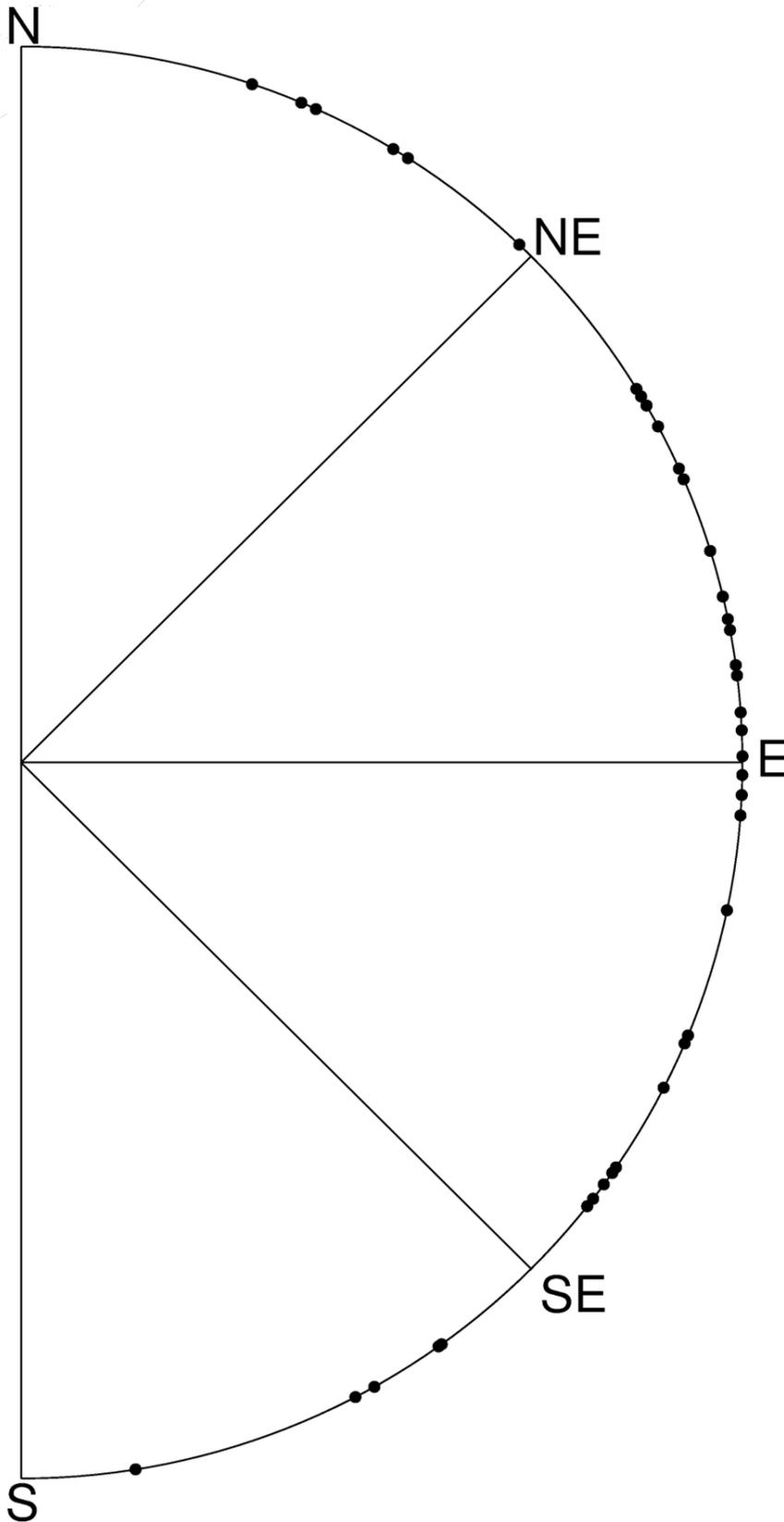
Materiali necessari:

- fogli di lavoro
- matita
- goniometro
- computer con installato MS Excel



- foglio di calcolo Excel: AncientMediterranean\_BrightStars\_EUSPACE-AWE\_Navigation.xlsx

In assenza di una stella come la Stella Polare che indica il polo celeste, gli antichi navigatori usavano altre stelle e costellazioni per determinare le direzioni cardinali e la rotta della nave. Compresero che le posizioni dove appaiono e scompaiono all'orizzonte (rilevamento) non cambiano nel corso di una vita. I navigatori esperti conoscevano a memoria le stelle e le costellazioni più luminose.



**Figura 16:** Rilevamento di selezionate stelle luminose al loro sorgere con latitudine 45 ° e

un'elevazione di  $10^\circ$  sopra l'orizzonte (opera propria)

#### *Domande*

D: Sai determinare le direzioni cardinali osservando altre stelle invece della Stella Polare? Notare che al Polo Sud non c'è una stella simile.

R: Sì. Se si conoscono le stelle e le costellazioni, queste possono guidare il percorso perché ritornano ogni giorno nelle stesse posizioni.

D: Come puoi usare le stelle e le costellazioni al loro sorgere e tramontare per tenere la rotta in mare?

R: La loro posizione all'orizzonte quando sorgono e tramontano non cambia (eccetto per una variazione molto lenta a lungo termine).

D: Potresti vedere le stesse stelle ogni notte nel corso dell'anno?

R: No, il momento in cui sorgono e tramontano cambia. D'estate le stelle visibili nelle notti invernali sono nel cielo di giorno.

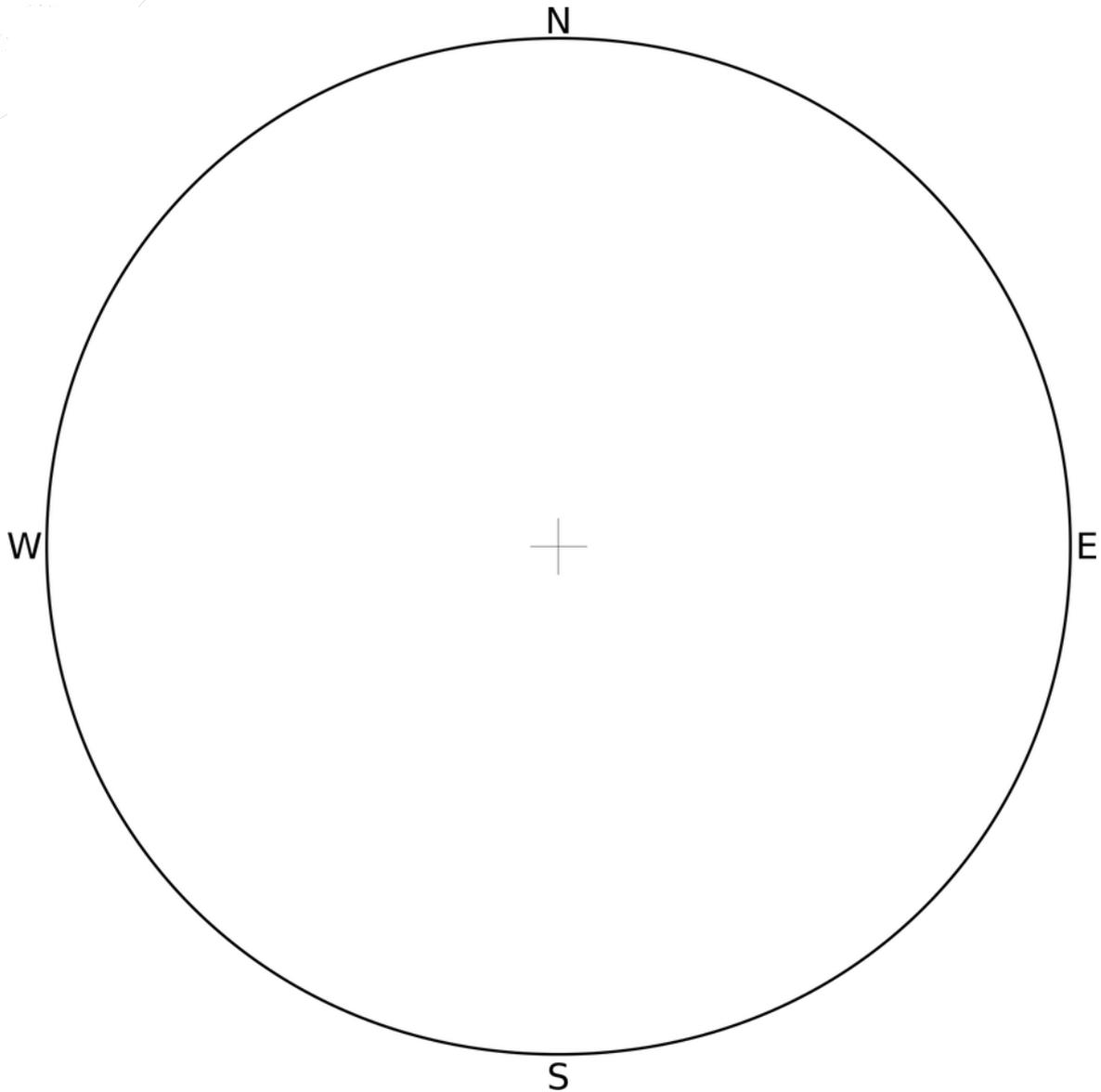
#### *Esercizio*

Gli studenti produrranno una bussola stellare simile a quella della Figura 16. I calcoli necessari per convertire le coordinate celesti delle stelle in coordinate orizzontali, cioè azimut ed elevazione, sono piuttosto complessi. Perciò questa attività è associata a un file Excel che fa i calcoli per gli studenti. Consiste di 57 stelle luminose più le Pleiadi, un gruppo di stelle molto importanti.

Tutto ciò che si deve fare è inserire la latitudine del luogo dove ci si trova e l'elevazione delle stelle nella riga corrispondente nella parte inferiore del foglio di calcolo. Per l'elevazione  $10^\circ$  è un buon valore. Ciò significa che si otterrà l'azimut delle stelle quando si osservano a un'elevazione di  $10^\circ$ . Si possono usare anche valori diversi, ma questo esercizio mira a trovare stelle che sorgono o tramontano. L'azimut è un angolo lungo l'orizzonte, contando in senso orario da nord.

Le ultime due colonne (AZ1, AZ2) mostrano due azimut, uno quando la stella sorge e uno quando tramonta. Notare che la distribuzione dell'azimut per le stelle che sorgono e tramontano è simmetrica rispetto al meridiano, cioè la linea che collega il Polo Nord al Polo Sud. Le celle che riportano #NA non contengono numeri validi. Queste stelle non sorgono e non tramontano mai. Sono o circumpolari o sotto l'orizzonte.

Gli studenti trasferiscono i valori nella bussola stellare sotto riportata. Usano un goniometro e indicano la posizione di ogni stella nel cerchio. Poi ne scrivono il nome accanto.



*Discussione*

Uno dei metodi per navigare nell'antico Mediterraneo era costeggiare il litorale. Oltre a riflettere sul pericolo di incontrare acque poco profonde, discutere perché i marinai dell'Età del Bronzo devono avere sviluppato metodi che avrebbero permesso loro di navigare con sicurezza in mare aperto. Se lo si desidera, guardare una mappa del Mediterraneo.

Risposte possibili:

Gli antichi popoli visitavano le isole per commerciare o per altri motivi. Molte isole non erano visibili dalle coste del Mediterraneo. I viaggi sarebbero durati spesso più di alcune ore. Le imbarcazioni di quell'epoca erano in grado di coprire in media cinque miglia nautiche all'ora. Ci sono anche resoconti tramandati attraverso i secoli che ci parlano della navigazione astronomica.

### **Attività 3: Fallo tu stesso! (Supplementare)**

Materiali necessari:

- Risultati delle precedenti attività
- Lampada portatile rossa p.es. una pila con luce attenuata o una pila coperta con un filtro rosso
- Una bussola magnetica se disponibile

Niente è più istruttivo che applicare quanto appreso ed esercitato in teoria a condizioni reali. Perciò si possono verificare i risultati delle due precedenti attività sul campo osservando il cielo notturno.

Questa attività può essere fatta dagli studenti per conto proprio o come evento di gruppo con la classe.

Scegliere una sera limpida e un luogo con una buona vista dell'orizzonte. Quando è abbastanza buio per vedere le stelle, fare usare agli studenti le pile con la luce attenuata per ispezionare le loro mappe con le aree circumpolari dell'attività 1. Una pila con la luce attenuata, o meglio, una luce rossa, aiuta a mantenere l'adattamento degli occhi al buio.

Dopo avere identificato le stelle più luminose, fare usare agli studenti le bussole stellari dell'attività 2. Gli studenti devono puntare gli indicatori di una o alcune stelle alle stelle nel cielo. Fare identificare il nord (o il sud, in base a quale polo celeste è visibile dal luogo di osservazione). Se siete nell'emisfero settentrionale, il nord corrisponde alla direzione della Stella Polare? Nell'emisfero meridionale potrebbe essere necessaria una bussola magnetica.

Fare identificare agli studenti nella loro mappa le costellazioni che vedono nel cielo. Chiedere loro di guardare a nord (a sud nell'emisfero australe) e di citare le stelle e le costellazioni che sono proprio sopra l'orizzonte. C'è coincidenza con le mappe? Notare che ci deve essere un cerchio che indica l'area circumpolare della latitudine locale.

Cercate di sottolineare che facendo questa attività gli studenti lavorano come i navigatori di 4.000 anni fa.

## **PROGRAMMA DI STUDI**

### **Space Awareness curricula topics (EU and South Africa)**

Navigation through the ages, coordinate systems, celestial navigation

## **CONCLUSIONE**

Questa unità didattica dà un'idea dei metodi di navigazione nel Mediterraneo nell'Età del Bronzo. Gli studenti studiano il collegamento tra storia e conoscenze astronomiche. Oltre ad avere una panoramica degli antichi viaggi in mare nel Mediterraneo, gli studenti usano le

attività per analizzare le prime competenze nautiche usando le stelle e le costellazioni e il loro apparente movimento notturno nel cielo. Durante le attività si familiarizzano con le costellazioni stellari e imparano come sono distribuite nel cielo boreale e australe.

**ASTRO**EDU 

This resource was selected and revised by Space Awareness. Space Awareness is funded by the European Commission's Horizon 2020 Programme under grant agreement n° 638653