

Italy

esero

EUCLID
SPACE TELESCOPE
MISSION

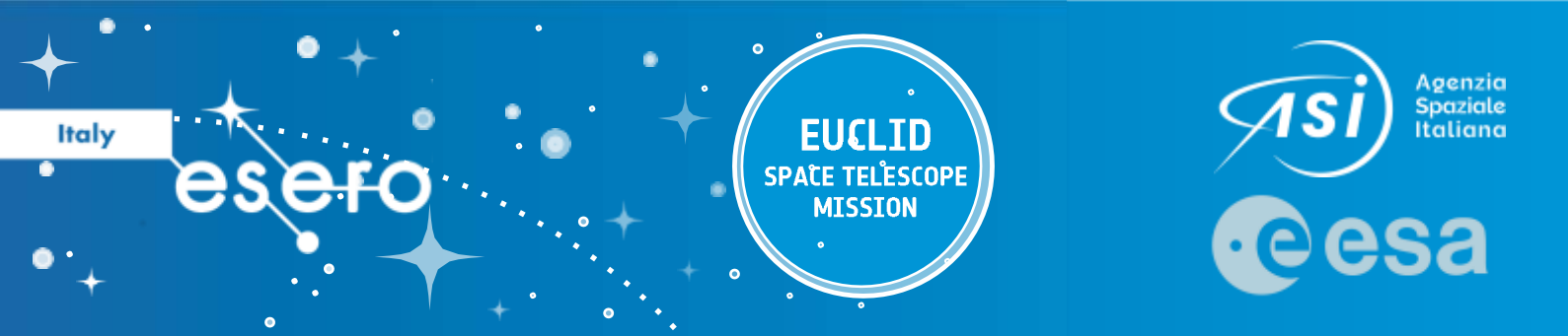


ESPANSIONE DELL'UNIVERSO

Background	pag 3
Introduzione	pag 3
La missione Euclid	pag 3
Attività: Espansione dell'Universo	pag 5
Target e obiettivi didattici	pag 5
Risultati attesi	pag 5
Argomenti curricolari	pag 5
Durata e scansione attività	pag 5
Informazioni per gli insegnanti	pag 6
Preparazione	pag 8
Attività in classe	pag 8
Possibili ampliamenti	pag 9
Conclusioni	pag 10
Scheda attività studenti	pag 11
Link utili	pag 15

Crediti ESERO UK
 Adattamento ESERO Italia
 Con il coordinamento scientifico del
 Consorzio EUCLID Italia
 Per info e contatti www.esero.it/contatti/





→ BACKGROUND

Introduzione

L'Universo si sta espandendo.

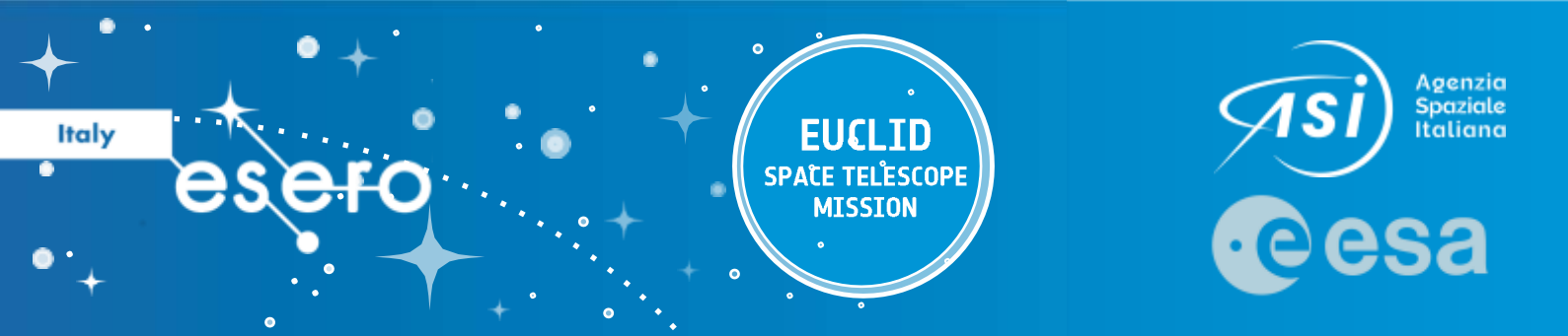
Grazie alle sue fotocamere, una in luce visibile e l'altra in infrarosso, il nuovo telescopio spaziale Euclid sarà in grado di raccogliere le immagini di due miliardi di galassie in più di un terzo della volta celeste. Scattando foto "profonde", Euclid catturerà una grande molteplicità di galassie, da quelle vicine e recenti a quelle lontane e catturate in una fase iniziale dell'evoluzione.

Misurandone posizione, forma e distanza, ricercatrici e ricercatori potranno studiare l'espansione del nostro Universo negli ultimi dieci miliardi di anni, cioè per la maggior parte della sua esistenza.

La missione Euclid

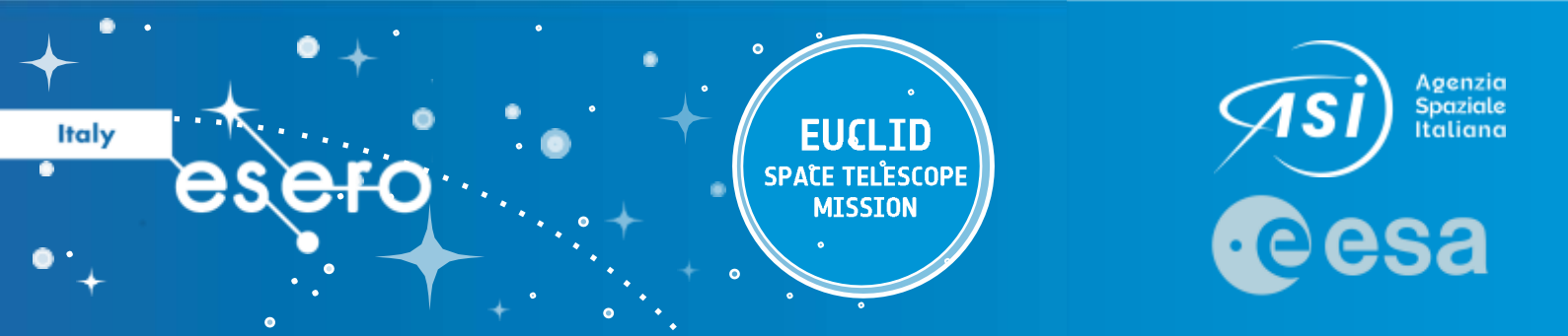
Euclid è un nuovo telescopio spaziale lanciato dall'Agenzia spaziale europea nel luglio 2023. Nonostante il suo specchio principale sia grande solo la metà di quello del famoso telescopio spaziale Hubble, con un diametro di 1,2 metri Euclid può riprendere una parte molto più grande del cielo in una volta sola: in pochi giorni avrà osservato più cielo di quanto Hubble abbia coperto nella sua lunga vita. Euclid è stato inviato in un punto dello spazio buio e tranquillo molto più lontano della Luna, dove segue l'orbita terrestre attorno al Sole. Da quando è arrivato Euclid ha iniziato un'indagine dell'Universo profondo che continuerà nel corso di sei anni, coprendo tutto il cielo che non è oscurato dal nostro Sistema Solare o dalla nostra galassia, la Via Lattea. A bordo di Euclid ci sono due strumenti: uno è tra le più grandi fotocamere digitali che siano mai andate nello spazio. Grazie a un'ottica accuratamente realizzata ed evitando la sfocatura dovuta all'atmosfera terrestre, questa fotocamera è in grado di scattare immagini eccezionalmente nitide e precise di oggetti troppo piccoli e troppo deboli per essere studiati dai telescopi terrestri. Una seconda fotocamera cattura la luce nell'infrarosso, una gamma di lunghezze d'onda leggermente più lunghe della luce visibile che vengono bloccate dall'atmosfera terrestre. Euclid osserverà la luminosità, i colori, le forme e i disegni nel cielo di oltre un miliardo di galassie lontane. Queste misurazioni contengono sottili indizi sulla distribuzione della materia nell'Universo e sulle interazioni gravitazionali tra di essa. La maggior parte di questa materia non emette luce e si pensa si tratti di una nuova forma esotica, chiamata materia oscura. A causa della velocità finita della luce, gli oggetti a grandi distanze sono visti come erano in uno stato precedente della loro storia. Pertanto, Euclid può anche rivelare la storia di come si sono formate le strutture e ciò che questi modelli ci dicono sulla geometria dell'Universo. Ciò contribuirà a risolvere il mistero di un ingrediente ancora più misterioso dell'Universo: l'energia oscura.

La partecipazione italiana alla missione è coordinata dal consorzio Euclid Italia, che riunisce ricercatrici,



ricercatori e istituzioni scientifiche del nostro Paese. Il contributo dell'Italia è reso possibile grazie al sostegno e al coordinamento dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), che ha avuto un ruolo fondamentale nello sviluppo degli strumenti di bordo e nell'elaborazione dei dati scientifici.

Il bello di EUCLID non è solo nella sua missione, ma anche nell'esempio di collaborazione internazionale e interdisciplinare, in cui l'Italia gioca un ruolo da protagonista dell'astrofisica moderna e nella scienza dello spazio.



→ ATTIVITÀ: ESPANSIONE DELL'UNIVERSO

In questa attività, gli studenti creeranno un modellino che riproduce l'espansione dell'Universo gonfiando un palloncino e misurando la distanza tra i vari punti sulla sua superficie. L'esperimento consentirà di prendere misure sperimentali al trascorrere del tempo e registrare i risultati. Gli studenti potranno anche utilizzare immagini reali dallo spazio per cercare di rilevare caratteristiche nell'aspetto di stelle e galassie lontane.

Target

Scuola primaria e secondaria di primo grado (modulabile)

Obiettivi didattici

- Osservare i cambiamenti nel tempo, registrare le misurazioni e utilizzare i dati per trarre conclusioni.
- Comprendere che la Terra si trova all'interno di una galassia chiamata Via Lattea che non è al centro dell'Universo.
- Utilizzare le immagini dei telescopi spaziali per identificare e descrivere le caratteristiche di stelle e galassie lontane.
- Stimolare il lavoro cooperativo.

Risultati attesi

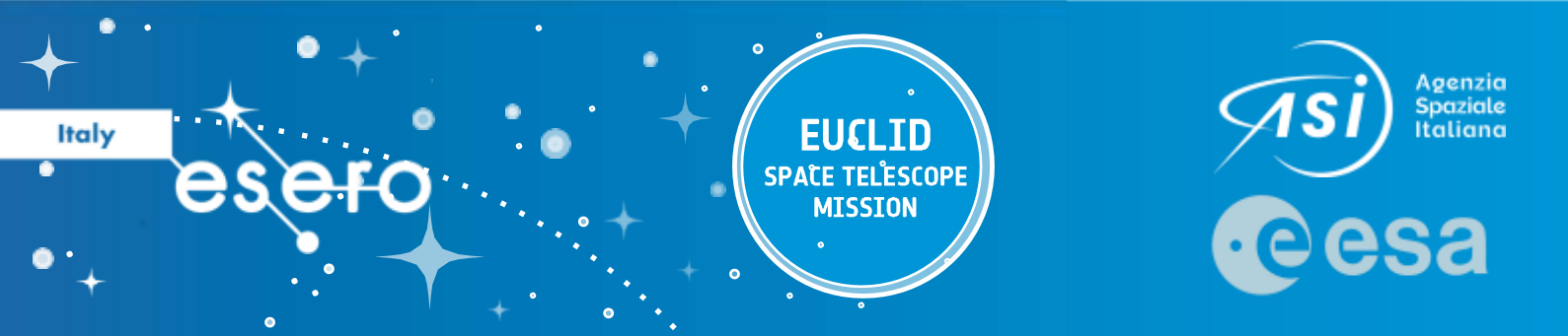
- Visualizzare e descrivere con parole proprie il concetto di espansione dell'Universo.
- Comprendere che su larga scala si verificano fenomeni fisici che si possono riconoscere con alcuni esperimenti da tavolo.
- Riconoscere i limiti e i vantaggi dell'uso delle analogie in fisica.
- Applicare modelli analogici e simulazioni per descrivere fenomeni fisici, raccogliendo e analizzando dati sperimentali.
- Utilizzare il modello scientifico e il pensiero induttivo.

Argomenti curricolari

- Fisica: propagazione della luce, espansione dell'Universo, effetto Doppler.
- Chimica: reazione chimica, cambiamento irreversibile.
- Matematica: misurazioni con unità standard.

Durata e scansione attività

Circa 90 minuti (modulabile in base al livello scolastico e agli obiettivi).



Fase	Attività	Durata
Introduzione	Discussione guidata sulla gravità e presentazione analogia	15–20 min
Sperimentazione	Attività in piccoli gruppi con domande guida	40-45 min
Conclusione	Discussione collettiva e collegamenti al reale	30 min

Informazioni per gli insegnanti

L’Universo è nato da quello che impropriamente viene definita "grande esplosione" (il cosiddetto Big Bang), di cui non sappiamo niente, ma che ha dato il via all'espansione, più di 13 miliardi di anni fa, molto prima della formazione del Sistema Solare o della comparsa di Homo sapiens sulla Terra.

Come facciamo a saperlo? Esplorando l’Universo a grande distanza da noi. Poiché, infatti, la luce viaggia a una velocità finita e limitata, noi siamo in grado di osservare gli oggetti a grandi distanze come erano in passato e, precisamente, li vediamo come erano quando l’informazione luminosa è partita da essi per raggiungerci. Nessuna osservazione celeste è istantanea: per esempio la Luna è lontana tanto da permetterci di osservarla com’era circa 1 secondo fa, il Sole 8 minuti e così via, il sistema triplo di stelle del Centauro lo vediamo vecchio di 4 anni, la stella Deneb 2000 anni circa, la galassia di Andromeda 2,5 milioni di anni.

Le distanze cosmiche sono inimmaginabili, ma grazie alla velocità della luce, riusciamo a comprendere la distribuzione su larga scala dell’Universo: è sufficiente, infatti paragonare il tempo che impiega la radiazione luminosa a giungere sulla Terra dal Sole con quello necessario a percorrere la distanza dal Sistema Solare al primo sistema stellare della nostra galassia e poi paragonare quest’ultimo con la distanza della galassia di Andromeda.

Osservare lontano nello spazio significa anche osservare indietro nel tempo e questo ci permette di sapere non solo quando è nato l’Universo, ma anche come si è evoluto. Proprio grazie a questa possibilità oggi sappiamo anche che l’Universo si sta espandendo. Infatti, quando un oggetto distante nello spazio si allontana da noi, la luce proveniente da quell'oggetto viene “stirata”, cioè la sua lunghezza d’onda viene spostata verso il rosso (redshift); viceversa, quando un oggetto si avvicina, la sua luce viene “compressa”, cioè la sua lunghezza d’onda viene spostata più verso il blu (blueshift). Grazie a questo fenomeno noto come effetto Doppler, è possibile misurare la velocità delle galassie e determinare che in effetti si

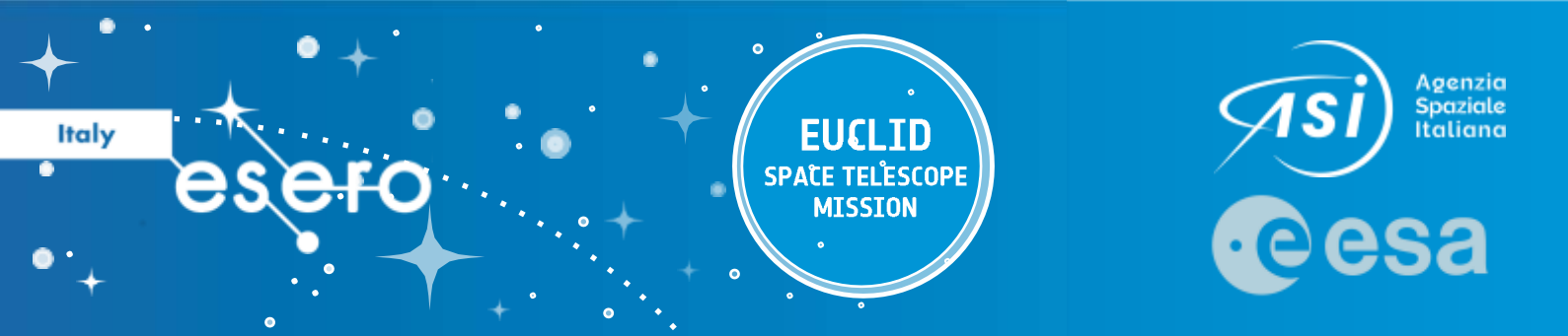
allontanano le une dalle altre; non solo: lo fanno tanto più velocemente quanto più sono lontane. Piccola curiosità: nonostante dal nostro punto di vista tutte le galassie si allontanano dalla nostra in qualunque direzione si osservi, non esiste un punto centrale di espansione dell'Universo e la Via Lattea, la nostra galassia, non è il centro dell'Universo. Un osservatore in qualsiasi altra galassia osserverebbe la stessa identica cosa!

Per far comprendere meglio il concetto di espansione utilizzeremo un palloncino che si gonfia per effetto della fermentazione: nel nostro modello avviene, infatti, una reazione chimica in cui vengono prodotti anidride carbonica gassosa ed etanolo grazie all'azione del lievito. Il lievito è un microscopico fungo unicellulare che, se mescolato con acqua calda e zucchero, consuma lo zucchero e lo converte in anidride carbonica e alcol etilico. Poiché il gas non può fuoriuscire, gonfia il palloncino. Si può accelerare la reazione aggiungendo più zucchero o lievito oppure aumentando la temperatura dell'acqua, facendo bene attenzione, però, a non raggiungere valori troppo alti da uccidere il lievito.

ESEMPIO DEL RISULTATO DA OTTENERE - La tabella seguente mostra i risultati tipici ottenuti per l'espansione di un palloncino in funzione del tempo utilizzando una bottiglietta di plastica riempita con $\frac{1}{4}$ di acqua tiepida, 1 bustina di lievito e 2 cucchiaini di zucchero semolato. Le immagini mostrano il palloncino mentre si gonfia gradualmente dopo aver mescolato zucchero e lievito con acqua tiepida.

Tempo (min)	Circonferenza palloncino (cm)	Distanza tra le paillettes (cm)
Inizio	9	4
5	11	4.5
10	13	5
15	16	5.5
20	22	6
25	26	7
30	29	8
35	31	9
40	33	9





Preparazione

MATERIALI PER GRUPPO

- 400 ml di acqua
- 10 g di zucchero
- 1 bustina di lievito di birra secco
- Contenitore per preparare la miscela
- Bottiglia opaca
- Termometro
- Palloncino con paillettes già preparato (vedi paragrafo “Prima di iniziare...”)
- Nastro isolante
- Imbuto
- Cronometro
- Corda da 50 cm
- Un metro da sarta
- Scheda attività studenti

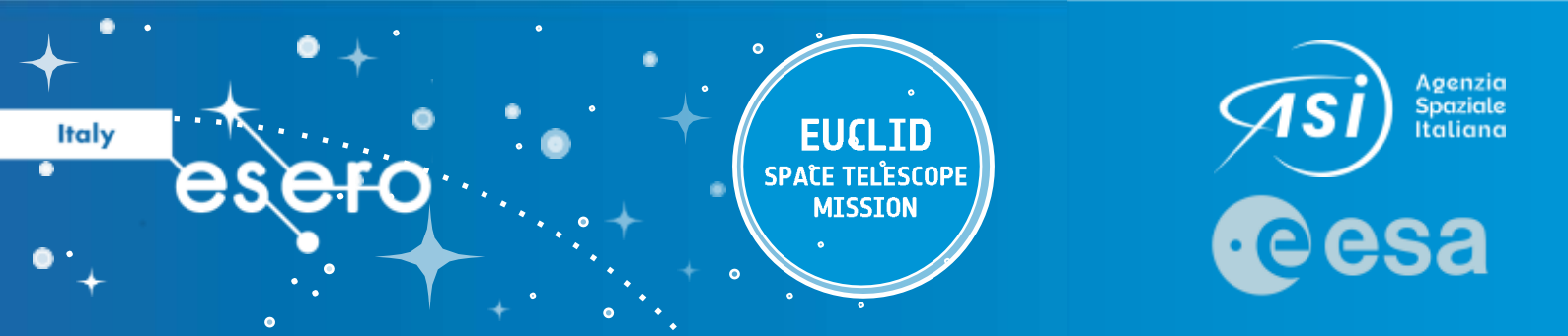
PRIMA DI INIZIARE...

- Attaccare sui palloncini alcune paillettes o perline, lasciando uno spazio di 3-4 cm tra ogni pezzo.
- Preparare una quantità sufficiente di acqua calda a 40-45 °C per riempire 1/4 di ogni bottiglia. ATTENZIONE: l'acqua troppo calda, sopra i 55 °C, ucciderà il lievito.
- Scaricare la presentazione PowerPoint 'Espansione dell'Universo' da poter visualizzare a monitor. La presentazione è pensata per accompagnare le fasi salienti dell'attività e può essere proiettata a supporto della spiegazione.

Attività in classe

INTRODUZIONE IN CLASSE ALL'ATTIVITÀ

Spiegare che il nostro Universo si sta espandendo; scienziate e scienziati stanno cercando di capire perché. Mostrare l'immagine del telescopio spaziale Euclid dalla diapositiva PowerPoint “Espansione dell'Universo”. Il telescopio spaziale Euclid scatterà fotografie e misurazioni in tutto il cielo e utilizzerà queste informazioni per cercare di risolvere il mistero. Sempre sulla stessa presentazione Powerpoint cercare la diapositiva che mostra la Via Lattea. Far notare che la Terra fa parte di questa galassia e che ci sono miliardi e miliardi di galassie nell'Universo, ognuna con miliardi e miliardi di stelle come il nostro Sole.



Spiegare come a volte scienziate e scienziati usino modelli per rappresentare gli eventi. Nel nostro caso, il palloncino rappresenta il nostro Universo. Far notare che le perline rappresentano galassie nello spazio. Mostrare l'espansione dell'Universo gonfiando gradualmente il palloncino. Cosa notano gli studenti quando il palloncino viene gonfiato? Lo spazio o la distanza tra le galassie aumenta in modo costante, mentre le galassie rimangono le stesse.

Chiedere agli studenti di immaginare di essere piccoli e di stare in piedi su una delle perline. Cosa vedrebbero mentre il palloncino si gonfia? La distanza dalle perline vicine è in aumento. Le "galassie" sono ora più lontane. Cosa vedrebbero se si trovassero su un'altra perlina? Sperimenterebbero lo stesso effetto. Esattamente come accade nella realtà in cui non esiste un centro di espansione, ma tutte le galassie si allontanano l'una dall'altra in qualsiasi direzione si osservi e in qualsiasi punto dell'Universo.

SVOLGIMENTO ATTIVITÀ

L'attività consiste nel costruire un modello di Universo in espansione attraverso la fermentazione. Su questo modello gli studenti prenderanno misure sperimentali per riflettere e giungere ad alcune conclusioni.

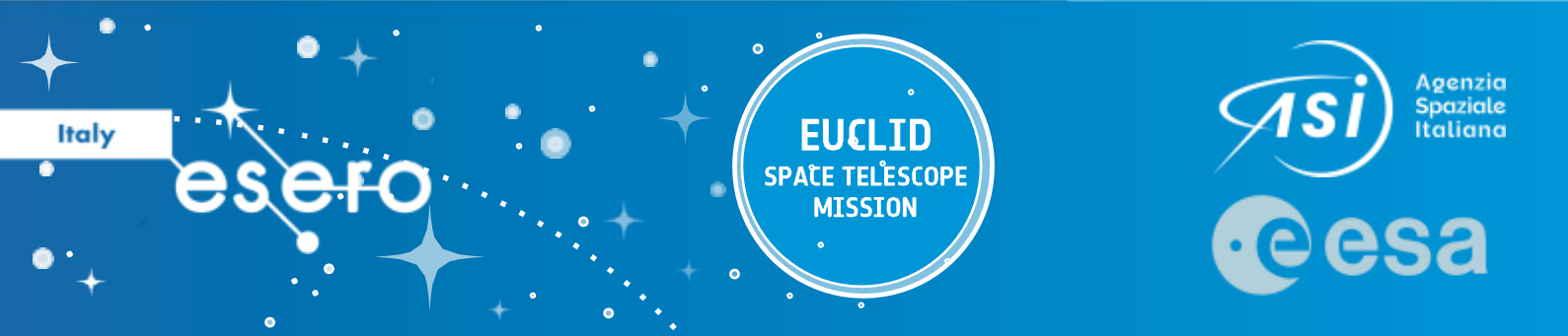
Dividere gli studenti in gruppi e illustrare loro le operazioni da svolgere:

- preparare la miscela per la fermentazione mescolando acqua, lievito e zucchero in un contenitore;
- versarla nella bottiglia in dotazione e sigillarla con il palloncino;
- avviare il timer e prendere le misure a distanza di 5 minuti per 1 ora circa;
- agitare di tanto in tanto il contenuto della bottiglia.

Gli studenti registrano i loro risultati, rispondendo ad alcune domande e completando la tabella con i risultati sulla loro scheda dell'attività. Potrebbero anche fare una serie di disegni, scattare foto o fare un video. In seguito potrebbero produrre un grafico del tempo rispetto alla circonferenza o del tempo rispetto alla distanza tra le perline.

Possibili ampliamenti

1. Tracciare un grafico dell'espansione del palloncino in funzione del tempo.
2. Indagare se il palloncino si espanderebbe ulteriormente o più rapidamente aggiungendo inizialmente più zucchero, lievito o acqua, o una combinazione di questi.
3. Fare un modello diverso di un Universo in espansione, usando un elastico con "galassie" attaccate ad intervalli. L'allungamento dell'elastico dovrebbe mostrare che è lo spazio tra le galassie che si sta espandendo, piuttosto che le galassie stesse (consultare il link "Due o tre cose sull'espansione dell'Universo" alla sezione dedicata).
4. Preparare muffin o pane decorato (ex. mirtilli o gocce di cioccolato), dove la decorazione rappresenta le galassie e il cambiamento di dimensione della miscela rappresenta l'espansione di l'Universo. Emerge uno schema? Le distanze tra le decorazioni raddoppiano se la larghezza e la



profondità della pagnotta o del muffin raddoppiano?

Conclusioni

Gli studenti condividono le loro osservazioni e misurazioni. Cosa hanno notato quando gli ingredienti sono stati mescolati? Dovrebbero notare che la miscela è diventata schiumosa e il palloncino ha iniziato a gonfiarsi. Ricordare che questa dilatazione rappresenta l'espansione dell'Universo. Cosa hanno scoperto misurando le distanze tra le perline? Tutti i gruppi hanno registrato un cambiamento simile? Dovrebbero osservare che la distanza tra le perline aumenta nel tempo. Spiegare che, per chiunque guardi l'Universo, la distanza dalle galassie lontane è in continuo aumento perché lo spazio si sta espandendo.

Studiare le immagini delle diapositive PowerPoint. Gli astrofisici hanno esaminato attentamente le immagini dell'universo "profondo" e delle galassie che lo popolano. Dalle loro osservazioni e misurazioni, sanno che l'Universo si sta espandendo e stanno cercando di capire perché questo sta accadendo. Possono misurare la velocità delle galassie lontano da noi o verso di noi e in questo modo hanno capito che le galassie si allontanano più velocemente quanto più sono lontane. Completare con il video dell'ultima diapositiva della presentazione Powerpoint.

PERCHÉ UTILIZZARE LE ANALOGIE?

Le analogie aiutano a tradurre concetti astratti in immagini mentali familiari. Anche se non sono perfette, esperienze tattili e visive come quella proposta favoriscono l'apprendimento significativo e la motivazione degli studenti. L'uso di un'analogia, per quanto semplificata, si rivela quindi uno strumento potente per stimolare la curiosità, promuovere il ragionamento e sostenere un apprendimento duraturo e significativo, in linea con gli obiettivi di una didattica scientifica attiva e riflessiva.

Questa attività permette agli studenti di rappresentare concretamente l'espansione dell'Universo e il concetto di distanza in astronomia. L'approccio sperimentale e il legame con la missione Euclid favoriscono la motivazione, la curiosità e il ragionamento scientifico.

→ SCHEDA ATTIVITA' PER STUDENTI

Oggi vestirai i panni dell'astrofisico, ovvero di uno scienziato che studia l'Universo e i suoi fenomeni fisici che possono riguardare oggetti di grandi dimensioni, come i pianeti, o minuscole particelle.

Insieme al tuo gruppo, costruirai un modello di Universo in espansione attraverso un processo chiamato fermentazione. Su questo modello dovrai raccogliere misure e descrivere i procedimenti utilizzati per prenderle.

La fermentazione è un processo biologico attraverso il quale alcuni microrganismi, come lieviti e batteri, trasformano sostanze organiche (soprattutto zuccheri) in energia, producendo come sostanze di scarto alcol etilico e anidride carbonica. Quest'ultimo gas è quello che solitamente viene impiegato nell'acqua per renderla frizzante. Nel nostro caso, facendo fermentare una miscela opportuna, faremo gonfiare un palloncino con l'anidride carbonica sprigionata. Ciò costituirà il modello di Universo in espansione su cui potrai fare alcune misure.

Controlla il materiale che ti è stato consegnato, segui la procedura qui di seguito e poi compila la scheda e rispondi alle domande.

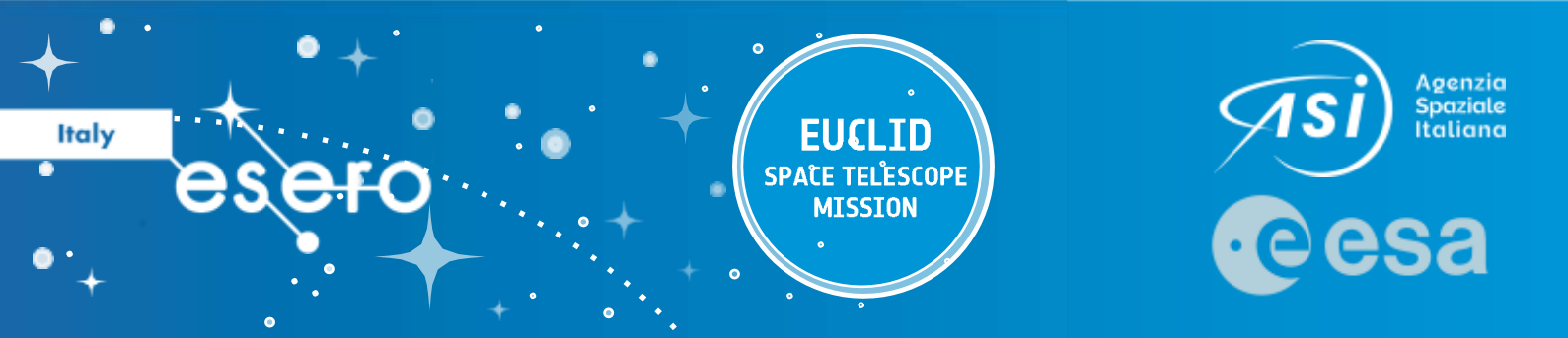
Preparazione

Materiali per gruppo

- 400 ml di acqua
- 10 g di zucchero
- 1 bustina di lievito di birra secco
- Contenitore per preparare la miscela
- Bottiglia opaca
- Termometro
- Palloncino con paillettes
- Nastro isolante
- Imbuto
- Cronometro
- Corda da 50 cm
- Un metro da sarta
- Scheda attività studenti

Svolgimento

FASE 1 - Preparazione della miscela per la fermentazione



- Versa il quantitativo di acqua richiesto in un contenitore, miscelando acqua calda e a temperatura ambiente in modo che si porti a $T = 42^{\circ}\text{C}$.
- Nello stesso contenitore aggiungi lo zucchero e mescola per uniformare il tutto.
- Aggiungi una bustina di lievito e mescola bene in modo che non siano presenti grumi.
- Misura nuovamente la temperatura (controllando che sia almeno a $T = 40^{\circ}\text{C}$) e riporta il valore nella scheda in fondo.

FASE 2 - Allestimento dell'esperimento

- Aiutandoti con un imbuto, versa la miscela in una bottiglia di vetro opaco.
- Posiziona un palloncino per almeno 3 cm sul collo della bottiglia in modo che sia ben centrato. Nota: in caso di necessità tale procedura può essere svolta in coppia.
- Sigilla bene con il nastro isolante il palloncino al collo della bottiglia e alla base, avendo cura di tirare il nastro. Controlla quindi che non siano presenti perdite.

FASE 3 - Raccolta dati

- Dopo circa 10 min da quando hai sigillato il palloncino dovrebbe erigersi in verticale. Nota bene: Se dopo 15 minuti il palloncino non è verticale, qualcosa non ha funzionato e si consiglia di ricominciare da capo.
- Trova un modo per stimare il diametro massimo del palloncino. Misura tale diametro ad intervalli regolari di $\Delta t = 5$ min compilando la tabella. Nella scelta della procedura per misurare il diametro, tieni conto che il palloncino cambierà molto la dimensione nei primi $\Delta t = 30$ min (arrivando gradualmente ad una forma sferica).
- Dopo circa un'ora potrai osservare che il palloncino assumerà una forma quasi perfettamente sferica e non si gonfierà più.

Domande

Domanda 1: secondo te qual è il ruolo della temperatura e perché è importante non superare un certo valore?

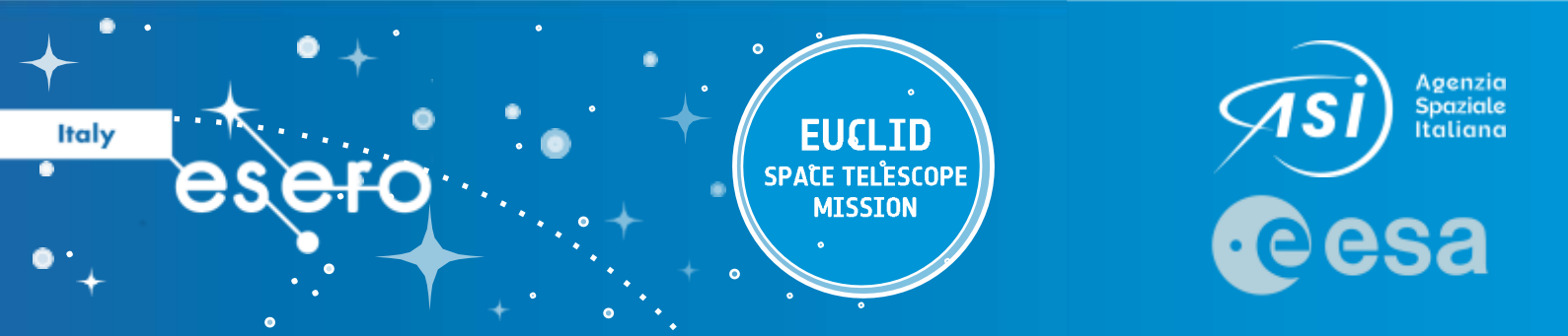
Domanda 2: riesci a descrivere il metodo con cui hai stimato il diametro massimo del palloncino?

Domanda 3: perché il palloncino non si gonfia più dopo un certo intervallo di tempo?

Domanda 4: controlla i valori raccolti. Sei in grado di formulare un'ipotesi sul comportamento dell'Universo?

Compila la scheda sottostante con i valori richiesti.

Tempo (min)	Circonferenza del palloncino (cm)	Distanza tra due paillettes (cm)
Inizio		
5		
10		
15		
20		
25		
30		
35		
40		



→ LINK UTILI

Missione Euclid

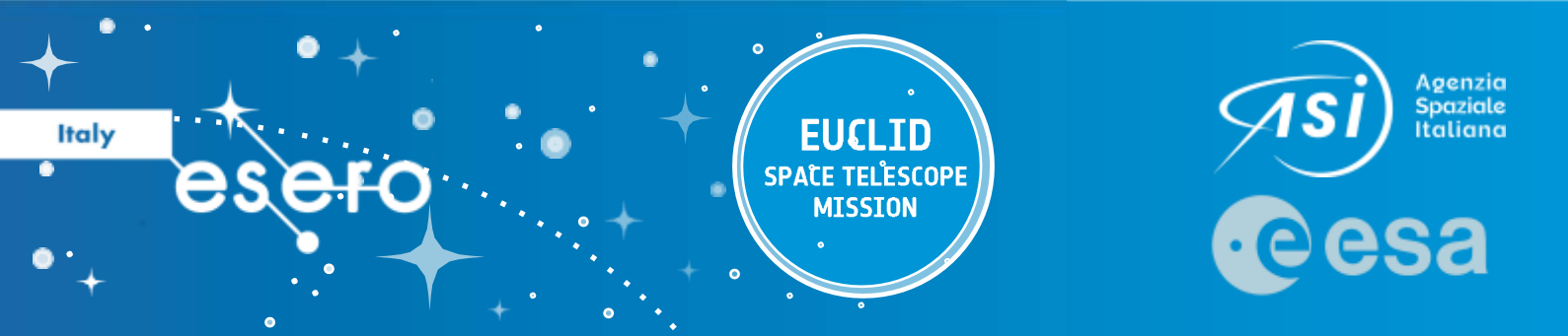
- Canale Euclid Italia - <https://www.youtube.com/@EuclidItalia>
- Consorzio Euclid Italia - <https://www.euclid-italia.org/>
- Video su Euclid - [https://www.esa.int/kids/it/imparare/L_Universo/Stelle e galassie/La missione Euclid dell'ESA affronterà alcuni dei più grandi misteri della scienza](https://www.esa.int/kids/it/imparare/L_Universo/Stelle_e_galassie/La_missione_Euclid_dell_ESA_affrontera_alcuni_dei_piu_grandi_misteri_della_scienza)

Espansione dell'Universo

- Edwin Hubble (ENGLISH) - <https://www.youtube.com/watch?v=ocv6r7XZCnQ>
- Video Hubble Legacy Field, l'eredità di Hubble - <https://www.youtube.com/watch?v=dCScN5oK7qs>
- Due o tre cose sull'espansione dell'Universo - <https://edu.inaf.it/astrodidattica/espansione-universo/>
- La Sfera di Hubble: Galassie che vanno più veloci della luce - <https://edu.inaf.it/astrodidattica/espansione-universo-galassie/>
- La storia dell'Universo - <https://www.esero.it/risorse-didattiche/storia-delluniverso/>
- Dark matter the missing ingredient - <https://www.unawe.org/kids/unawe2035/>
- Che cos'è l'espansione dell'Universo? - <https://www.youtube.com/watch?v=q3BTFHNojeI>

Siti educational

- https://www.asi.it/formazione_esterna/education/
- https://www.asi.it/formazione_esterna/education/progetti-e-iniziative-educative/
- <https://www.esa.int/kids/it/home>



- <https://edu.inaf.it/>
- <https://astrokids.inaf.it/>
- <https://web.infn.it/infn-kids/>