



---

***Laboratori didattici***  
***Progetto EXO/ECO***  
***Aggiornamento 1.6***

documento chiuso in data 25 luglio 2020



## Introduzione

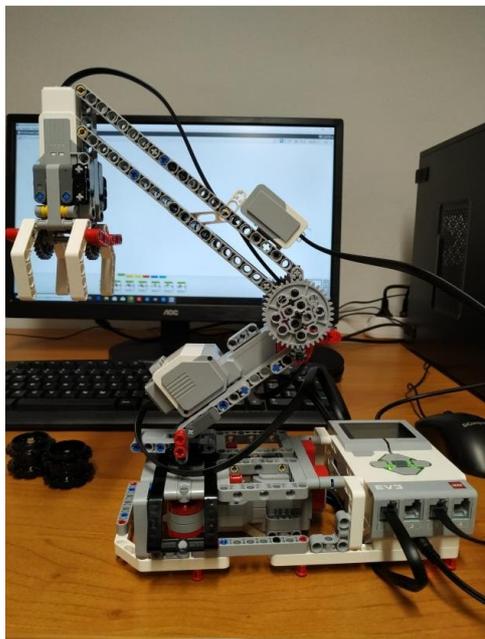
Il Progetto n. 1720 “EXO/ECO – Esopianeti – Ecosostenibilità – Il cielo e le stelle delle Alpi, patrimonio immateriale dell’Europa” è finanziato a valere sui fondi del Programma di Cooperazione transfrontaliera Italia/Francia Interreg ALCOTRA 2014/2020. Il Progetto, coordinato in qualità di capofila dal Comune di Nus e condotto in partenariato con la Communauté de communes Haute-Provence Pays de Banon, prevede il potenziamento dei due poli astronomici di Saint-Michel-l’Observatoire (Haute-Provence) e di Nus – Saint-Barthélemy (Valle d’Aosta), in particolare dal punto di vista della loro capacità di diffusione della cultura scientifica, per il rilancio dell’attrattività dei rispettivi territori di riferimento.

Parte integrante del Progetto EXO/ECO è la realizzazione di una nuova proposta didattica che prenda spunto dai temi della ricerca scientifica trattati all’Osservatorio Astronomico della Regione Autonoma Valle d’Aosta e si basi sulle nuove infrastrutture rese disponibili dalla realizzazione del Progetto stesso. Nel formulare le linee guida e individuare i materiali necessari per proporre le attività alle scolaresche, quindi, il punto di partenza è rappresentato dagli compiuti nel centro di ricerca e cultura scientifica valdostano (per esempio, gli esopianeti, cui si rifà il percorso “Alla ricerca di nuovi mondi”).

Inoltre risultano essenziali le nuove installazioni già previste e approvate:



- La stampante 3D, che permetterà di realizzare modelli 3D didatticamente utili (per esempio, modelli di asteroidi, sonde spaziali, attrezzatura varia per allestimento laboratori, ecc...) da esporre ed utilizzare durante lo svolgimento delle esercitazioni.



- Il pacchetto LEGO Mindstorms EV3 ©, che permette l'attivazione di laboratori mirati alla robotica educativa nell'ambito più allargato denominato STEM-Science, Technology, Engineering and Mathematics.



- L'offerta nell'ambito della robotica si è arricchita grazie all'acquisizione del robot semi-umanoide PEPPER della ditta francese Aldebaran Robotics. Pepper è un social robot capace di conversare, comprendere e reagire alle emozioni, muoversi autonomamente, e riconoscere le voci. Verrà utilizzato come un vero e proprio laboratorio di robotica per gli studenti delle scuola secondaria mentre interagirà direttamente con i più piccoli svolgendo assieme a loro attività didattiche pre-programmate dagli operatori dell'Osservatorio.



- Il telescopio robotico, accessorato con la strumentazione necessaria, per ottenere dati fotometrici e spettroscopici da elaborare durante le stesse esperienze;

Nel seguito descriviamo i laboratori che saranno implementati grazie a questa specifica strumentazione, trattando in maniera più estesa quanto già riportato in altre parti della documentazione del Progetto.

Tutti i laboratori qui proposti sono concepiti per coinvolgere gli studenti in modalità *hands-on*, mentre la fascia di età interessata è principalmente quella della Scuola secondaria di 2° Grado (14-18 anni). Sono previsti, e già in fase di elaborazione, ulteriori laboratori didattici che utilizzano parte del materiale sopra elencato, rivolti alle fasce d'età della Scuola primaria (6-10 anni) e Scuola secondaria di 1° grado (11-13 anni).

Infine, gli stessi laboratori, a parità di obiettivi didattici e contenuti scientifici, potranno essere svolti in due modalità:

- a) così come descritti nel seguito, cioè basando l'esperienza su simulazioni ottenute con un modello semplificato o dati scientifici già raccolti in anticipo ai telescopi;
- b) prevedendo le osservazioni e la raccolta dati da parte degli studenti stessi, sotto la guida dei ricercatori.

La modalità (a) permette di trasmettere i contenuti didattici in un tempo limitato (per esempio, un'ora oppure un'ora e mezza) ed è adatta alle classi di studenti in visita giornaliera, mentre la modalità (b) è pensata per le *classi di eccellenza*, cioè i gruppi di studenti organizzati per svolgere un'esperienza modulata sulla durata di più giorni di permanenza a Lignan.



## Laboratori sugli asteroidi

### **Attività A.1 – Determinazione del periodo di rotazione di un asteroide**

**Target:** Tutte le classi della Scuola secondaria di 2° grado

**Ambito disciplinare:** La ricerca sugli asteroidi

**Obiettivi:** Comprendere come varia nel tempo la quantità di luce riflessa durante la rotazione di un asteroide, misurarla, costruire la cosiddetta curva di luce da cui valutare il periodo di rotazione dell'asteroide. Inoltre costruire un grafico a partire da una raccolta di dati sperimentali.

**Descrizione:**

- 1) Mini-conferenza introduttiva sulla natura degli asteroidi, tenuta da un ricercatore o da un operatore qualificato.
- 2) Gli studenti sono invitati a scegliere un modello di un reale asteroide tra quelli proposti, preparati in anticipo grazie alla stampante 3D.
- 3) Il modello viene montato su un supporto LEGO Mindstorms EV3 ©, in grado di farlo ruotare su se stesso.
- 4) Si spengono le luci in sala e si accende una lampada che illumina direttamente il modello.
- 5) Con un fotometro si eseguono misure di intensità della luce riflessa in istanti differenti, mentre l'asteroide ruota e varia la sezione offerta all'osservatore,
- 6) Si dispongono i dati su un grafico, in formato cartaceo o digitale, e si ricava il periodo di rotazione.

**Materiali:**

- Pacchetto LEGO Mindstorms EV3 ©
- Lampada
- Fotometro

### **Attività A.2 – Determinazione della velocità angolare orbitale e della distanza di un asteroide all'opposizione**

**Target:** tutte le classi della Scuola secondaria di 2° grado

**Ambito disciplinare:** La ricerca sugli asteroidi

**Obiettivi:** Comprendere come varia nel tempo la posizione di un asteroide all'opposizione rispetto allo sfondo delle stelle lontane, a causa del suo moto di rivoluzione intorno al Sole. Determinarne la velocità angolare orbitale e la distanza dall'osservatore, applicando le leggi della dinamica al moto dei pianeti.

**Descrizione:**



- 1) Mini-conferenza introduttiva sulla natura degli asteroidi, tenuta da un ricercatore o da un operatore qualificato.
- 2) Gli studenti sono invitati a scegliere un modello di un reale asteroide tra quelli proposti, preparati in anticipo grazie alla stampante 3D.
- 3) Il modello viene montato su un supporto LEGO Mindstorms EV3 ©, in grado di farlo traslare rispetto a un'immagine di sfondo di grande formato che rappresenta il cielo stellato.
- 4) Si spengono le luci in sala e si accende una lampada che illumina direttamente il modello,
- 5) Con una camera fotografica si scattano, dalla stessa posizione, immagini del modello mentre compie il moto di traslazione con un'opportuna velocità programmata.
- 6) Sulle immagini ottenute, in formato cartaceo o digitale, si misurano le posizioni del modello rispetto alle stelle di riferimento e si stima la velocità angolare orbitale rispetto all'osservatore, tenendo conto anche del moto di rivoluzione della Terra, dove si trova l'osservatore.
- 7) Nell'ipotesi che l'asteroide sia all'opposizione, si può calcolare la distanza eliocentrica e geocentrica con una formula approssimata a partire dalla velocità angolare misurata.

#### **Materiali:**

- Pacchetto LEGO Mindstorms EV3 ©
- Lampada
- Camera fotografica
- Immagine di grande formato che rappresenta il cielo stellato

### **Attività A.3 – Esercitazione sulla Terza Legge di Keplero**

**Target:** tutte le classi della Scuola secondaria di 2° grado

**Ambito disciplinare:** La ricerca sugli asteroidi e la dinamica di un sistema planetario in generale

**Obiettivo:** Comprendere il legame fra periodo di rivoluzione e distanza in un sistema costituito da due corpi celesti, in questo caso i due componenti di un asteroide binario, applicando la Terza Legge di Keplero

#### **Descrizione:**

- 1) Mini-conferenza introduttiva sulla natura degli asteroidi, tenuta da un ricercatore o da un operatore qualificato.
- 2) Gli studenti sono invitati a scegliere due modelli di reali asteroidi tra quelli proposti, preparati in anticipo grazie alla stampante 3D.
- 3) I due modelli vengono montati su un supporto LEGO Mindstorms EV3 ©, in grado di farli girare uno intorno all'altro.
- 4) Si aziona il dispositivo e si misurano i diversi periodi di rivoluzione (P) ponendo i due modelli a distanze diverse (A), come permesso dal supporto.
- 5) Si calcolano i quadrati dei periodi di rivoluzione ( $P^2$ ) e i cubi delle distanze ( $A^3$ ) e si rileva lo stesso fattore di proporzione fra gli elementi delle coppie ( $A^3/P^2$ ).



- 6) Si costruisce un grafico con i valori ottenuti, in formato cartaceo o digitale.
- 7) Per interpolazione o estrapolazione, scegliendo altri valori di distanze A, si valutano sul grafico i valori di P corrispondenti.
- 8) Si dispongono i due modelli alle nuove distanze A e si misurano i valori corrispondenti di P, verificando la coerenza con i valori calcolati mediante il grafico.

**Materiali:**

- Pacchetto LEGO Mindstorms EV3 ©
- Cronometro
- Righello

**Attività A.4 – Determinazione della distanza di un asteroide con il metodo della parallasse trigonometrica**

**Target:** tutte le classi della Scuola secondaria di 2° grado

**Ambito disciplinare:** La ricerca sugli asteroidi

**Obiettivo:** Ottenere la misura della distanza di un corpo celeste attraverso l'applicazione del metodo della parallasse trigonometrica.

**Descrizione:**

- 1) Mini-conferenza introduttiva sulla natura degli asteroidi, tenuta da un ricercatore o da un operatore qualificato.
- 2) Gli studenti sono invitati a scegliere un modello di un reale asteroide tra quelli proposti, preparati in anticipo grazie alla stampante 3D.
- 3) Il modello viene montato su un supporto fisso opportuno; si può utilizzare anche il supporto LEGO Mindstorms EV3 ©, che in questo caso rimane fermo.
- 4) Si spengono le luci in sala e si accende una lampada che illumina direttamente il modello rispetto a un'immagine di sfondo di grande formato che rappresenta il cielo stellato.
- 5) Con una camera fotografica si scattano, con l'osservatore che si sposta in due diverse posizioni, due immagini del modello fermo.
- 6) Sulle due immagini ottenute, in formato digitale o cartaceo, si misurano le posizioni del modello rispetto alle stelle di riferimento, determinando l'angolo di parallasse.
- 7) Dalla parallasse si valuta la distanza dell'osservatore.

**Materiali:**

- Pacchetto LEGO Mindstorms EV3 ©
- Lampada
- Camera fotografica
- Goniometro
- Righello

- Immagine di grande formato che rappresenta il cielo stellato

## Laboratori sulle galassie

### Attività G.1 – Scoprire la materia oscura

**Target:** Classi del triennio (III, IV, V) della Scuola secondaria di 2° grado

**Ambito disciplinare:** La spettroscopia

**Obiettivo:** Comprendere la struttura di una galassia e la sua dinamicità attraverso l'applicazione delle leggi sul redshift, applicando le relazioni dell'effetto Doppler.

**Descrizione:**

- 1) Mini-conferenza introduttiva sugli spettri delle stelle e delle galassie, tenuta da un ricercatore o da un operatore qualificato.
- 2) Gli studenti esaminano gli spettri ripresi su una stessa galassia, mediante una fenditura, a distanze radiali diverse dal centro della galassia stessa.
- 3) Su ciascun spettro si valuta la velocità di rotazione di quella porzione di galassia intorno al suo centro, grazie allo spostamento delle linee spettrali rispetto alla posizione fondamentale, applicando le relazioni dell'effetto Doppler.
- 4) Si costruisce un grafico con i valori ottenuti, verificando l'andamento della velocità in funzione della distanza radiale.
- 5) Si confronta il grafico ottenuto con quello kepleriano ottenuto a partire dalla stima della massa luminosa compresa fra le posizioni di ripresa degli spettri e il centro della galassia.
- 6) Il confronto dei due grafici permette di notare che la massa luminosa è insufficiente per giustificare le velocità di rotazione rilevate.
- 7) Si valuta la massa mancante e si confronta il valore con quello della massa luminosa. Viene introdotta l'ipotesi della materia oscura per spiegare la deviazione rispetto a quanto atteso.

**Materiali:**

- Telescopio robotico 500 mm
- Spettroscopio
- Spettri di galassie vicine e estese



## **Attività G.2 – Scoprire la recessione delle galassie: la Legge di Hubble-Lemaître**

**Target:** Classi del triennio (III, IV, V) della Scuola secondaria di 2° grado

**Ambito disciplinare:** La spettroscopia

**Obiettivo:** Applicazione dei concetti di interpolazione matematica e coefficiente angolare di una retta, utilizzando la Legge di Hubble-Lemaître

**Descrizione:**

- 1) Mini-conferenza introduttiva sugli spettri delle stelle e delle galassie, tenuta da un ricercatore o da un operatore qualificato.
- 2) Gli studenti esaminano gli spettri di diverse galassie, valutandone la velocità di recessione grazie allo spostamento delle linee spettrali rispetto alla posizione fondamentale.
- 3) Determinazione della Legge di Hubble-Lemaître (correlazione tra distanza e velocità di recessione degli oggetti).
- 4) Si costruisce un grafico, in formato digitale o cartaceo, con i valori ottenuti,
- 5) Si verifica l'andamento della velocità di recessione in funzione della distanza della galassia, rilevandone la linearità.
- 6) Si conclude con alcune considerazioni sugli aspetti cosmologici del fenomeno rilevato: il concetto di universo in espansione, il suo tasso di espansione, la stima della sua età.

**Materiali:**

- Telescopio robotico 500 mm
- Spettroscopio
- Spettri di galassie vicine

## **Laboratori sulle stelle**

### **Attività S.1 – Scoprire i sistemi esoplanetari**

**Target:** Classi del triennio (III, IV, V) della Scuola secondaria di 2° grado

**Ambito disciplinare:** La ricerca sugli esopianeti.

**Obiettivi:** Ottenere i valori fisici di un pianeta extrasolare (raggio, massa e densità media, semiasse maggiore dell'orbita). Dedurre se il pianeta si trova nella zona di abitabilità della sua stella.

**Descrizione:**



- 1) Mini-conferenza introduttiva sui pianeti extrasolari e i loro metodi di scoperta, tenuta da un ricercatore o da un operatore qualificato.
- 2) Agli studenti vengono forniti, in formato digitale o cartaceo, dati fotometrici ovvero curve di luce di alcuni pianeti, da noi preventivamente riprese.
- 3) Agli studenti vengono forniti inoltre, in formato digitale o cartaceo, dati spettroscopici con le velocità radiali di alcune stelle, preventivamente ottenute con il telescopio robotico.
- 4) Utilizzando le curve di luce gli studenti calcolano il rapporto tra raggio esoplanetario e stellare.
- 5) Dato il raggio stellare e spiegato ai partecipanti come lo si ricava, si può trovare il raggio dell'esopianeta.
- 6) Dai dati spettroscopici gli studenti calcolano la massa dell'esopianeta.
- 7) Noto il raggio dell'esopianeta, ne ricavano la densità media.
- 8) Dato il periodo di rivoluzione dell'esopianeta, gli studenti calcolano il semiasse maggiore dell'orbita.
- 9) Nota la luminosità della stella, gli studenti deducono i limiti della zona abitabile per valutare se l'esopianeta vi cada all'interno.

#### **Materiali:**

- Telescopio robotico
- Spettroscopio
- CCD per fotometria
- Dati di un transito planetario
- Dati di velocità radiale della stella

## **Attività S.2 – Classificare le stelle con i loro spettri**

**Target:** classi del triennio superiore della Scuola Secondaria di II grado

**Ambito disciplinare:** La spettroscopia

**Obiettivi:** Comprendere gli spettri stellari e classificare le stelle osservate.

#### **Descrizione:**

- 1) Mini-conferenza introduttiva sulla fotometria e spettroscopia stellare, tenuta da un ricercatore o da un operatore qualificato.
- 2) Agli studenti vengono forniti gli spettri di stelle di diversi colori, in formato digitale o cartaceo.
- 3) Gli studenti confrontano gli spettri stellari con una sequenza spettrale di Harvard di riferimento da noi preparata preventivamente, per classificare le stelle secondo tale schema.
- 4) Si forniscono loro i dati di magnitudine apparente e distanza delle stelle, così che possano ricavare le magnitudini assolute.
- 5) A questo punto gli studenti possono procedere alla costruzione del diagramma H-R, posizionandovi le stelle su cui hanno lavorato.

### Materiali:

- Telescopio robotico
- Spettroscopio,
- Immagini di spettri di diverse stelle ottenute con le attrezzature sopra elencate
- sequenza spettrale di Harvard costruita con alcuni di questi spettri

## Laboratori di robotica applicati allo spazio

### Attività R.1 – Alla scoperta di Marte

**Target:** Infanzia 3° anno, primaria classi 1-2

**Ambito disciplinare:** la robotica educativa

**Obiettivi:** Comprendere le basi della robotica e la struttura del Pianeta Marte

#### Descrizione:

- 6) Mini-conferenza introduttiva robotica tenuta da un ricercatore o da un operatore qualificato.
- 7) Mini-conferenza introduttiva al Sistema Solare e le caratteristiche del pianeta Marte
- 8) Guidati dall'operatore, gli alunni diventeranno esploratori di Marte aiutando un rover robotico LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 a compiere la sua missione sul pianeta rosso.
- 9) conclude con l'esposizione di un frammento originale di meteorite marziano.

#### Materiali:

- Kit robotico LEGO® MINDSTORMS® Education EV3
- Riproduzione del suolo Marziano, plastico diorama

### Attività R.1 – Alla scoperta di Marte

**Target:** Primaria classi 3-4-5, secondaria di 1° e 2° grado tutte le classi

**Ambito disciplinare:** la robotica educativa

**Obiettivi:** Comprendere le basi della robotica e le leggi del moto

#### Descrizione:

- 10) Mini-conferenza introduttiva robotica tenuta da un ricercatore o da un operatore qualificato.
- 11) Mini-conferenza introduttiva al Sistema Solare e le caratteristiche del pianeta Marte
- 12) Guidati dall'operatore, gli alunni diventeranno esploratori di Marte aiutando un rover robotico LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 a compiere la sua missione sul pianeta rosso.



### 13) Applicazione della legge del moto orario e il moto accelerato

#### Materiali:

- Kit robotico LEGO® MINDSTORMS® Education EV3
- Riproduzione del suolo Marziano, plastico diorama

## Attività R.3 – Sfida spaziale

**Target:** declinato per ogni ordine e grado, tempi di svolgimento adattabili a seconda della scelta di approfondimento richiesto, da 1 ora a 3 giorni.

**Ambito disciplinare:** Scienze, Tecnologia, Ingegneria e Matematica

**Obiettivi:** Comprendere le basi della robotica, nozioni di astronomia e fisica, matematica e ingegneria.

#### Descrizione:

14) Mini-conferenza introduttiva robotica tenuta da un ricercatore o da un operatore qualificato.

15) Scelta della modalità laboratoriale tra 4 categorie:

- ✓ Ingranaggi di base 45/90 minuti
- ✓ Missione di apprendimento 45/90 minuti
- ✓ Missione da portare a termine 1/3 ore
- ✓ Progetto di ricerca 1/3 giorni

16) Guidati dall'operatore, gli alunni cercheranno di risolvere problemi fondamentali nel contesto aerospaziale tipo: come garantire



- ✓ la sopravvivenza degli esseri umani nello spazio,
- ✓ come produrre energia nello spazio
- ✓ e come utilizzare i robot per le esplorazioni scientifiche

#### Materiali:

- Kit robotico LEGO® MINDSTORMS® Education EV3
- Kit sfida spaziale LEGO® MINDSTORMS® Education EV3



## Laboratori di Astrobiologia

- Il laboratorio prevede l'utilizzo di microscopi didattici, attrezzatura da laboratorio biologico, acquari e terrari per realizzare esperimento che permettono, attraverso l'analisi di alcuni organismi estremofili presenti sulla Terra, di immaginare quali forme di vita potrebbero esistere sugli esopianeti in funzione della loro natura e delle loro condizioni superficiali.

### Attività A.1 – Alla scoperta dei tardigradi

**Target:** secondaria di 1° e 2° grado tutte le classi (difficoltà declinata per istruzione scolastica)

**Ambito disciplinare:** astrobiologia

**Obiettivi:** comprendere l'utilizzo del microscopio biologico e le basi di biologia

**Descrizione:**

- 17) Mini-conferenza introduttiva tenuta da un ricercatore o da un operatore qualificato sul microscopio biologico.
- 18) Mini-conferenza introduttiva sulla probabilità di vita nell'universo-gli estremofili
- 19) Guidati dall'operatore, gli alunni diventeranno ricercatori di forme di vita estremofile: i tardigradi

**Materiali:**

- Microscopio biologico e kit biologico
- Acquario e terrario

### Attività A.1 – Alla ricerca delle diatomee

**Target:** secondaria di 1° e 2° grado tutte le classi (difficoltà declinata per istruzione scolastica)

**Ambito disciplinare:** astrobiologia

**Obiettivi:** comprendere l'utilizzo del microscopio biologico e le basi di biologia

**Descrizione:**

- 20) Mini-conferenza introduttiva tenuta da un ricercatore o da un operatore qualificato sul microscopio biologico.
- 21) Mini-conferenza introduttiva sulle diatomee, cosa sono e classificazione in macrogruppi
- 22) Guidati dall'operatore, gli alunni diventeranno ricercatori di diatomee e procederanno alla loro misurazione e catalogazione.

**Materiali:**

- Microscopio biologico e kit biologico
- Acquario e terrario



## Altri laboratori di astronomia

Elenchiamo ora altre esperienze didattiche contenute nella documentazione già fornita ai referenti sul Progetto EXO/ECO, attualmente in fase di elaborazione. I relativi dettagli operativi come target, riferimenti, obiettivi, svolgimento, materiali saranno descritti in un successivo aggiornamento. Qui riportiamo per completezza una breve illustrazione.

- **Laboratorio sulla ricostruzione 3D degli asteroidi:** Gli studenti ricostruiscono un asteroide grazie ai dati fotometrici di albedo, cioè la luce solare riflessa dal corpo celeste, utilizzando software di modellizzazione e la stampante 3D.
- **Laboratorio di abitabilità planetaria:** Che cosa rende un pianeta abitabile? Quali parametri e quali grandezze bisogna prendere in considerazione dal punto di vista scientifico? Perché possiamo vivere sulla Terra e, per esempio, non su Marte? Il laboratorio proporrà agli studenti esperimenti ed esperienze semplici, ma efficaci per avvicinarsi, partendo da studi astronomici, a concetti come la biodiversità e lo sviluppo sostenibile che riguardano in primo luogo la Terra.
- **Laboratorio sui pianeti extrasolari:** Consiste nel percorrere un itinerario per scoprire come sono fatti gli esopianeti, con la costruzione di un libro *pop-up* concepito e realizzato allo scopo. Il laboratorio è quindi dedicato espressamente ai più piccoli.