

INTERNAL REPORT

Costellazioni in 3D

Silvia Casu & Gian Luigi Deiana

Report N. 70 , released: 03/12/2017

Reviewer: Franco Buffa

The logo for the Osservatorio Astronomico di Cagliari (OAC) consists of the letters 'OAC' in a bold, blue, sans-serif font.

Osservatorio
Astronomico
di Cagliari

Introduzione

Lo scopo del presente rapporto è la descrizione di una esperienza didattica svolta all'interno di un progetto di contrasto della dispersione scolastica denominato "*Le stelle in classe*". Il progetto, sviluppato dall'Ufficio Divulgazione e Didattica dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Cagliari in collaborazione con il Liceo Scientifico Statale "E. Lussu" di Sant'Antioco, è stato svolto durante il mese di novembre 2011 in orario extracurricolare.

Il progetto didattico "*Le stelle in classe*"

DESTINATARI:

I destinatari del progetto sono stati 15 studenti del biennio del Liceo Scientifico Statale "E. Lussu" di Sant'Antioco (Referente interna dell'Istituto: professoressa **M. Gallus**), nell'ambito di un progetto scolastico di contrasto della dispersione scolastica.

Poiché il progetto è stato realizzato in orario extra-scolastico, la selezione degli studenti beneficiari del progetto è stata basata su adesione volontaria.

OBIETTIVI GENERALI DEL PROGETTO

Il progetto aveva i seguenti obiettivi generali:

- supportare ed arricchire l'esperienza didattica degli alunni in materie non previste dal programma ministeriale;
- promuovere l'interesse degli alunni per le scienze e la tecnologia partendo dall'astronomia;
- sviluppare le abilità di processo (osservare, porre domande, formulare ipotesi e predizioni, interpretare e comunicare, in altre parole favorire lo sviluppo del pensiero scientifico);
- promuovere il miglioramento dei livelli di apprendimento degli studenti e la loro piena integrazione scolastica, soprattutto allo scopo di contrastare l'abbandono scolastico precoce.

OBIETTIVI SPECIFICI DEL PROGETTO

Il progetto aveva come scopi specifici:

- favorire la comprensione di fenomeni fisici e astrofisici di interesse generale (caratteristiche e comportamento della luce, fenomenologia e classificazione delle stelle, costellazioni);
- realizzare modelli bi e tri-dimensionali di costellazioni note.

IL PERCORSO DIDATTICO IN GENERALE: ARGOMENTI TRATTATI

Il progetto "*Le stelle in classe*" è stato sviluppato in 3 unità didattiche principali e alcune unità di approfondimento operativo. Di seguito vengono riportati gli argomenti generali trattati durante lo svolgimento del progetto:

- **Luce e visione**
 - Sorgenti naturali e artificiali di luce, corpi opachi e trasparenti
 - Le caratteristiche geometriche della luce: la traiettoria rettilinea, la riflessione, la rifrazione

- I colori visibili: scomposizione (e composizione) della luce visibile
- I colori del cielo: colori visibili e invisibili. Introduzione allo spettro elettromagnetico
- **Le stelle: luci nel cielo**
 - Fenomenologia delle stelle
 - Ciclo vitale delle stelle
- **Le stelle nel cielo: le costellazioni**
 - Le costellazioni nel mito e nella storia
 - Le 88 costellazioni ufficiali
 - Orientarsi in cielo con le stelle

Descrizione generale del progetto

Il percorso didattico proposto prevedeva, in una prima fase, **lezioni di tipo frontale** (con e senza l'ausilio della proiezione di diapositive esplicative, di immagini fotografiche e piccoli video forniti dall'INAF-OAC) coadiuvate da semplici attività sperimentali con materiali "poveri" (torce, lampadine, carta, prisma, cd, ...) di facile reperimento o con piccoli dispositivi realizzati da INAF-OAC (es. dischi di Newton motorizzati¹).

Dopo l'introduzione teorica degli argomenti luce e stelle (descrizione generale, caratteristiche, classificazione, ciclo vitale), è stato introdotto il concetto di costellazioni come raggruppamento fittizio di stelle attraverso figure facilmente riconoscibili in cielo. Contestualmente sono stati presentati i miti associati ad alcune delle più importanti costellazioni.

I concetti acquisiti sono stati consolidati attraverso una prima attività, prevalentemente pratica, durante la quale è stato richiesto agli studenti di **rappresentare le maggiori costellazioni visibili nel nostro cielo** (Orsa Maggiore, Orione, Cassiopea, Andromeda, ...).

L'attività richiesta consisteva inizialmente nell'imparare a riconoscere le costellazioni grazie all'uso di un planetario virtuale al computer (attraverso l'ausilio del software gratuito Stellarium), grazie al quale selezionare le costellazioni visibili alle nostre latitudini.

Agli studenti è stato poi richiesto di predisporre dei **pannelli bicolori** di cartoncino: da un lato (cartoncino nero) sono state riprodotte le costellazioni con l'utilizzo di stelline adesive, dall'altro (cartoncino bianco) è stata costruita una tabella riportante i dati principali delle stelle della costellazione rappresentata, una breve descrizione del mito collegato e una immagine del disegno mitologico.

La serie di pannelli è stata oggetto di una esposizione pubblica nei corridoi scolastici.

Il progetto prevedeva infine una terza fase, anch'essa prevalentemente pratica, il cui obiettivo principale è stata la costruzione di un **modello luminoso tridimensionale** di costellazione.

Scopo del presente report è la descrizione dettagliata di quest'ultima attività.

¹ Il dispositivo, realizzato da Gian Luigi Deiana e Silvia Casu con materiali di recupero provenienti da computer dismessi, è stato utilizzato per la prima volta durante le attività del Cagliari FestivalScienza 2011.

Il modello 3D di costellazione

In questa sezione verrà presentata la progettazione e la realizzazione di due modelli 3D di costellazione, realizzati nel mese di novembre 2011 da INAF-OAC e da un gruppo di studenti del Liceo Scientifico Statale "E. Lussu" di Sant'Antioco.

Scopo fondamentale dell'attività era la comprensione, attraverso la rappresentazione tridimensionale, del fatto che le costellazioni sono rappresentazioni grafiche fittizie, raggruppanti stelle di caratteristiche diverse e poste spesso a distanze dalla Terra ben diverse. La proiezione nello spazio bidimensionale del cielo tende infatti a farle erroneamente apparire come figure piatte formate da stelle vicine spazialmente.

Operativamente si è scelto di usare piccole asticelle di altezza diversa, in modo da rendere evidente la diversa distanza a cui si trovano stelle appartenenti alla stessa costellazione, mentre i diversi tipi (colori) delle stelle facenti parte della costellazione sono stati rappresentati attraverso luci LED di diversi colori (es. LED rosso per stelle supergiganti rosse, LED blu per stelle giganti blu, etc) e di diversa luminosità.

L'espedito ha dunque dato modo agli operatori (personale OAC coinvolto e insegnante di riferimento) di collegare operativamente l'attività pratica con i concetti acquisiti durante le lezioni frontali.

Gli studenti partecipanti al progetto sono stati divisi in due gruppi allo scopo di realizzare due diverse costellazioni, la costellazione dello **Scorpione** (Fig.1a) e quella di **Orione** (Fig.1b).



1a)



1b)

Fig. 1. Le costellazioni dello Scorpione (a) e di Orione (b). Le immagini sono estratte dal software astronomico Stellarium

I due gruppi hanno potuto così lavorare su due progetti paralleli (ma i cui materiali e schema generale di allestimento erano identici) e confrontare i risultati ottenuti.

Elenco dei materiali utilizzati

Di seguito sono riportati i materiali utilizzati nell'attività didattica (Fig. 2):

- Tubi trasparenti in polycarbonato di diametro esterno di 8 mm
- Filo elettrico di 0,50 mm² di sezione 2 capi con guaina trasparente
- Filo elettrico 0,50 mm² di sezione 2 capi polarizzato

- Resistenze ¼ watt, 1%, di 3 valori diversi (1.3 K Ω , 16 K Ω , 36 K Ω)
- Diodi LED alta luminosità
- Zoccoletti porta-LED
- Morsetti a mammut M/F
- Batteria da 9 volt
- Connettore per batteria da 9 volt
- Interruttore (facoltativo)
- 2 pannelli di truciolare nobilitato
- Pennarelli permanenti colorati
- Stagno per saldare
- Saldatore a stagno
- Colla vinilica
- Stampe in formato A3 delle costellazioni da rappresentare



Fig. 2. Materiali usati per la realizzazione dell'esperienza.

Per ottimizzare le tempistiche di realizzazione, il materiale usato per l'attività è stato preparato in anticipo presso la sede dell'INAF-OAC e assemblato successivamente in classe dagli studenti.

Fase di pre-assemblaggio del modello.

1. Raccolta informazioni

L'idea di base della costruzione di un modello 3D di costellazione consiste nella rappresentazione spaziale delle diverse distanze delle stelle appartenenti alla costellazione stessa. Tale rappresentazione può essere efficacemente resa attraverso delle asticelle di dimensioni inversamente proporzionali alla distanza in cielo delle stelle.

La fase preliminare della costruzione del modello proposto consiste dunque nella raccolta delle informazioni essenziali sulle stelle principali delle costellazioni scelte (nome della stella, distanza in anni luce, classe spettrale, magnitudine apparente e assoluta). Tali informazioni sono state reperite dai cataloghi presenti

all'interno del software astronomico open source *Stellarium*².

I dati raccolti sono stati inseriti in una tabella riassuntiva per ciascuna costellazione (Tabelle 1 e 2).

a) **Costellazione di Orione:**

Stella	Distanza (anni luce)	Classe spettrale	Magnitudine assoluta	Magnitudine apparente
Betelgeuse	427	M2 Ib	-5,14	0.45
Rigel	773	B8 Ia	-6,72	0.15
Bellatrix	243	B2 III	-2,76	1.6
Saiph	721	B0.5 Ia var	-4,67	2.05
Alnitak	817	O9.5 Ib	-5,15	1.85
Alnilam	1342	B0 Ia	-6,42	1.65
Mintaka	916	O9.5 II	-4,84	2,40
c Ori	786	B2 III	-2,36	4,55
θ² Ori	1896		-0,18	5,00
ι Ori	1325	O9 III	-5,30	2,75
τ Ori	554	B5 III	-2,60	3,55
π³ Ori	26	F6 V	3,63	1,60
π⁴ Ori	1259	B2 III	-4,28	3,65
Meissa	1055	O	-4,05	3,50
η Ori	901	BIV	-3,86	3,55

Tabella 1: La costellazione di **Orione**. Sono riportate le stelle appartenenti alla costellazione, la distanza dalla terra (in anni luce), la classe spettrale (secondo la classificazione di Morgan-Keenan e di Yerkes) e le magnitudini assoluta e apparente. Tutti i valori sono stati estratti dal catalogo disponibile nel planetario virtuale open source Stellarium.

b) **Costellazione dello Scorpione:**

Stella	Distanza (anni luce)	Classe spettrale	Magnitudine assoluta	Magnitudine apparente
Acrab (β Sco)	530	B0.5 V	-3,46	2,6
δ Sco	401	B0.2 IV	-3,10	2,35
π Sco	459	B1 V	-2,89	2,8
ρ Sco	409	B2IV/V	-3,46	3,85
σ Sco	734	B1 III	-1,64	3
Antares (α Sco)	604	M1 Ib	-5,29	1,05
τ Sco	429	B0 V	-2,80	2,8
ε Sco	65	K2 IIIb	0,74	2,2
μ² Sco	516	B2 IV	-2,45	3,5
ζ² Sco	150	K4 III	0,28	3,6
η Sco	71	F3p	1,59	3,3
Girtab (θ Sco)	272	F1 II	-2,76	2,8
ι¹ Sco	1792	F3 Ia	-5,75	2,9
κ Sco	464	B1.5 III	-3,42	2,3
Shaula (λ Sco)	703	B1.5 IV	-5,07	1,6

Tabella 2: La costellazione dello **Scorpione** (vedi Tabella 1 per la descrizione delle grandezze riportate).

² <http://www.stellarium.org>

Il valore della distanza di ciascuna stella è stato sottratto da un valore arbitrario (nel caso specifico 2000 anni luce, valore maggiore della distanza della stella più lontana), e normalizzato a 100 in modo da ottenere valori esprimibili in unità centimetriche. I valori così ottenuti sono un'utile rappresentazione delle lunghezze delle aste da usare per la rappresentazione tridimensionale della costellazione.

In Figura 3 e 4 sono riportate le lunghezze finali adottate per ciascuna stella

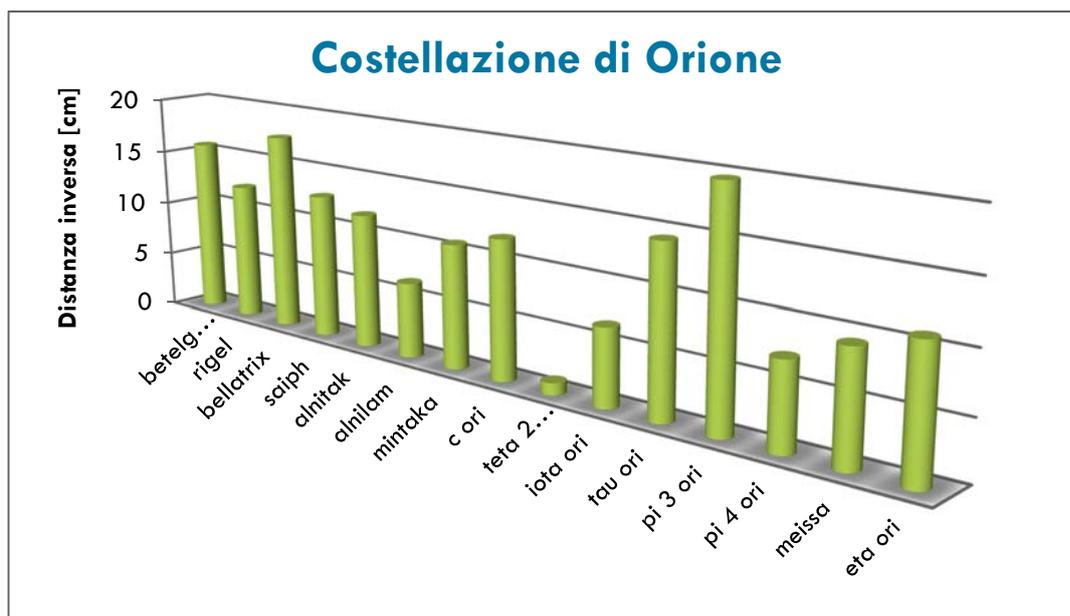


Fig. 3. Costruzione delle distanze inverse (= lunghezza delle asticelle) per la rappresentazione della costellazione di Orione.



Fig. 4. Costruzione delle distanze inverse (= lunghezza delle asticelle) per la rappresentazione della costellazione dello Scorpione.

Dallo stesso software Stellarium sono state poi estratte le immagini delle costellazioni scelte, da usare come base per il modello (immagini riportate in Fig. 1).

Tali immagini sono state stampate in formato A3 a colori.

2. Predisposizione delle asticelle

Le asticelle cave in polycarbonato sono state tagliate di lunghezze pari alle misure riportate in Figura 3 e 4, a cui è stato aggiunto un margine di 1cm necessario per l'inserimento nella base di supporto. Le aste sono state quindi etichettate con il nome delle stelle corrispondenti con l'apposizione di una targhetta di carta.

3. Predisposizione della base in legno

Per predisporre la base del modello, sono state riportate sui pannelli di truciolare le posizioni delle stelle selezionate. Con un trapano e una punta per legno sono stati praticati dei fori di 8 mm di diametro per una profondità di poco più della metà dello spessore del supporto in cui inserire le aste di polycarbonato, completando il foro con una punta da 6 mm in modo tale da avere una sorta di fine corsa all'inserimento delle aste (Figura 5). In questo modo, si assicura il passaggio dei cavi impedendo, nel contempo, che l'asticella, una volta inserita, possa muoversi.



Fig. 5. Pannelli di truciolare forati con le posizioni delle stelle delle costellazioni di Orione (a sinistra) e dello Scorpione (a destra)

4. Predisposizione delle luci

Per agevolare l'opera finale di assemblaggio, per cui erano previste solo 3 ore, le luci sono state preventivamente predisposte. Ogni LED è stato saldato al filo elettrico con l'ausilio di un saldatore a stagno (Fig. 6).

Per simulare le diverse classi di luminosità delle stelle da rappresentare, si è deciso di suddividerle in tre macro gruppi a seconda della loro magnitudine assoluta: "deboli" (da +4 a 0), "normali" (da 0.1 a -4), "luminose" (da -4.1 a -8).

Al LED corrispondente alle stelle del primo gruppo è stata collegata una resistenza da 36 K Ω , al LED



corrispondente alle stelle del secondo gruppo una resistenza da 16 K Ω , e infine al LED corrispondente alle stelle del terzo gruppo una resistenza da 1.3 K Ω .

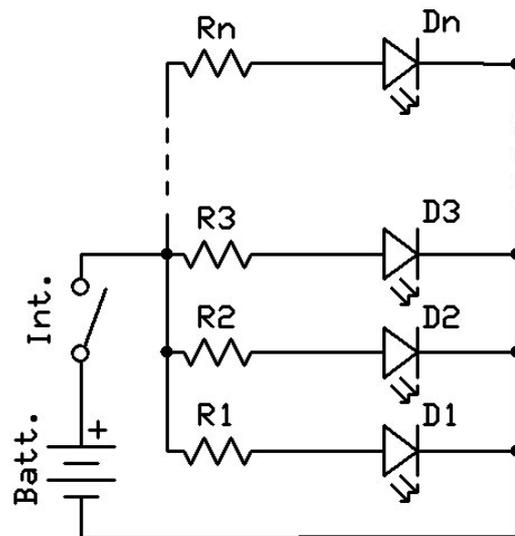
Fig. 6. Saldatura dei collegamenti elettrici

5. Predisposizione impianto elettrico

Lo schema dell'impianto elettrico necessario per la realizzazione del modello è riportato in Fig. 7.

- Rx = Resistenze ¼ watt, 1%, (1.3 K Ω , 16 K Ω , 36 K Ω)
- Dx = diodi LED ad alta luminosità bianchi
- Int. = interruttore
- Batt. = Batteria da 9 volt

Fig. 7. Schema elettronico adottato per la realizzazione del modello, uguale per entrambe le costellazioni.



Assemblaggio finale del modello.

L'assemblaggio finale del modello è stato eseguito dagli studenti sotto la supervisione degli operatori. Per prima cosa, gli studenti hanno preso visione dei materiali di partenza, e discusso con gli operatori la loro funzione e lo schema di assemblaggio:

- Pannello con i fori in corrispondenza della posizione delle stelle nella costellazione
- Tubini in policarbonato assemblati con un LED da un lato e una resistenza dall'altro lato, ognuno etichettato con il nome della stella di riferimento
- Fotografia della costellazione della misura giusta per il pannello pre-forato
- Colla Vinilica

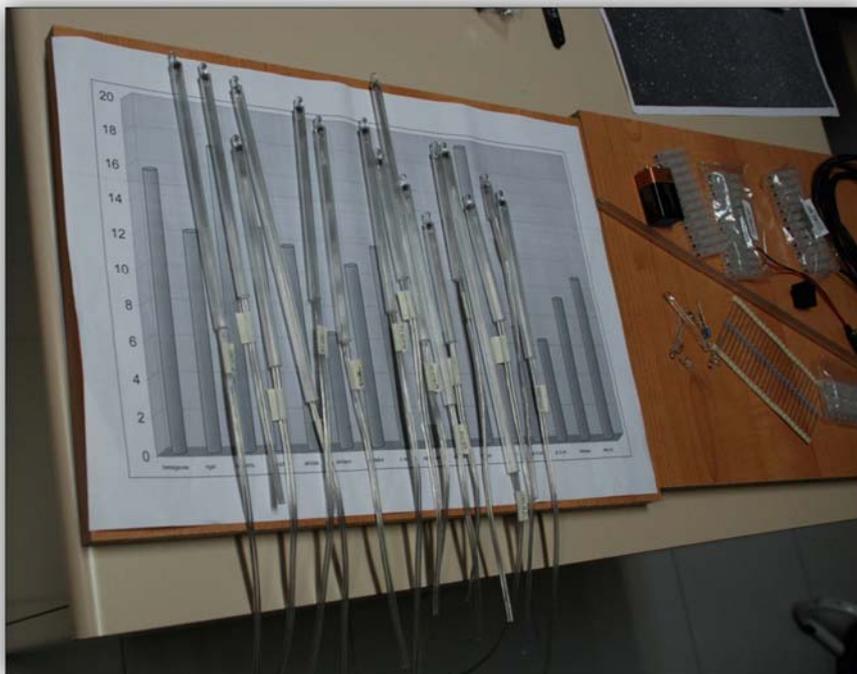
- Filo 2 x 0.5 mm²
- Morsetti tipo mammut
- Interruttore



- Batteria da 9 volt

La prima fase dell'attività consiste nella preparazione del supporto: si incolla con colla vinilica la fotografia della costellazione al pannello di legno, avendo cura di far corrispondere l'immagine delle stelle con i fori già praticati nel supporto in legno (Fig. 8).

Fig. 8. Preparazione supporto



Si praticano quindi i fori corrispondenti nell'immagine della costellazione. I tubini di policarbonato (Fig. 9) preassemblati vengono dunque inseriti nei fori dal lato della resistenza.

Fig. 9. Asticelle usate durante l'esperienza (preassemblate)

Inseriti tutti i tubini, resta da fare il collegamento elettrico (Fig. 10).

Per fare il collegamento elettrico, nel retro del pannello vengono fissati con delle viti dei morsetti elettrici (mammut).

Collegati tutti i poli positivi insieme e tutti i poli negativi insieme è possibile collegare la batteria da 9 volt tramite un interruttore al circuito così costruito. Si fa notare agli studenti che il LED è un componente polarizzato, e dunque se la polarità viene invertita non subisce danni ma non si accende. In caso di posizionamento invertito, basta scambiare i fili e tutto funziona.

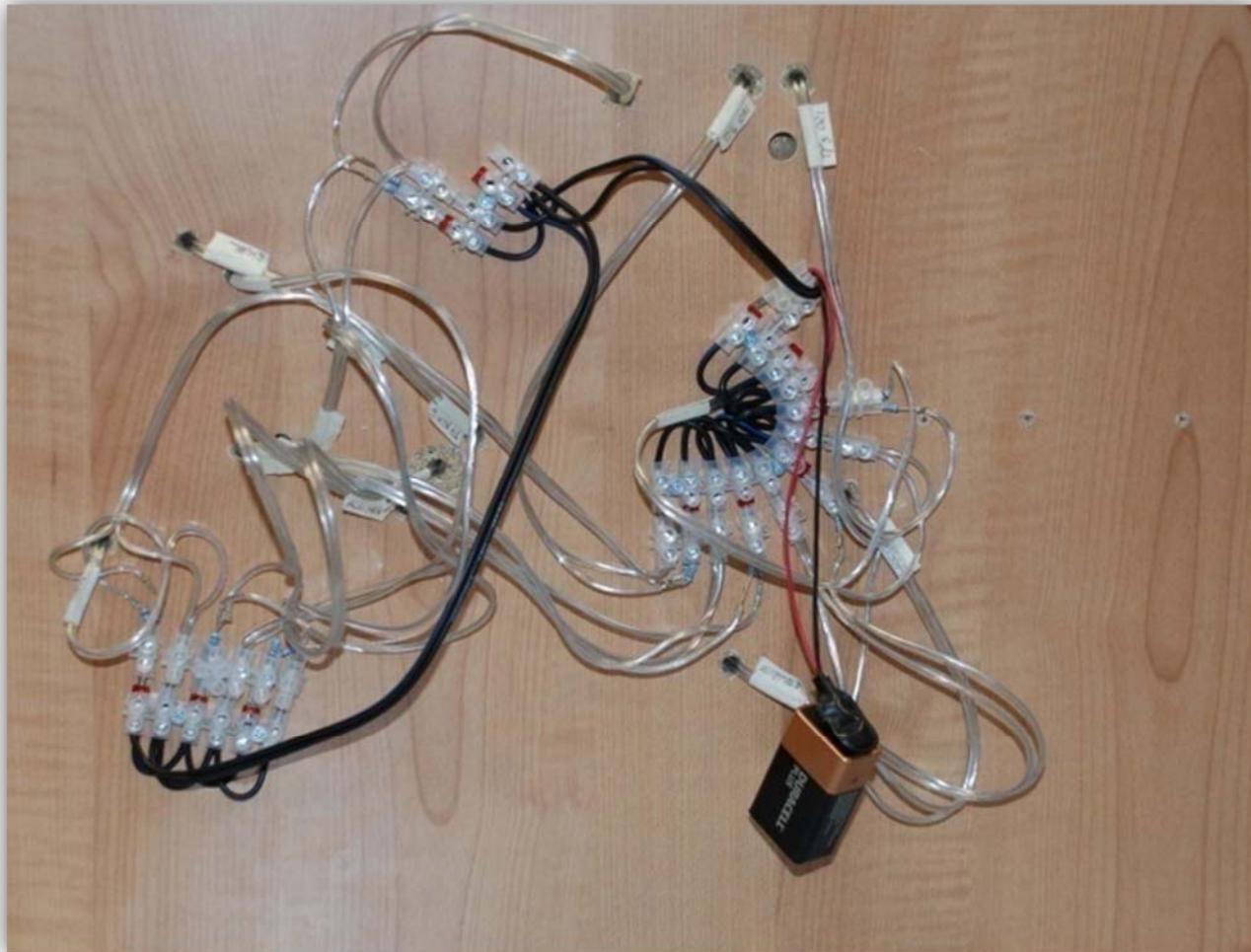


Fig. 10. Materiale elettrico utilizzato durante l'esperienza

La differenza di luminosità delle stelle, come abbiamo detto, viene realizzata inserendo una resistenza in serie per ogni LED, invece il colore delle stelle (la classe spettrale) si ottiene semplicemente colorando il LED con dei pennarelli.

Risultato finale: i due modelli 3D

I risultati dell'esperienza pratica svolta dai ragazzi del Liceo Lussu sono riportati in Figura 11.

I due modelli sono visti nella prospettiva frontale e sono evidenti le immagini delle costellazioni. Sono inoltre evidenti i cambi di colore e di intensità luminosa delle "stelle".



Fig. 11. I modelli finiti della costellazione di Orione (sinistra) e dello Scorpione (destra) visti dal prospetto frontale.

Entrambi i modelli sono estati esposti pubblicamente in una sala del Liceo Scientifico Statale “E. Lussu” di Sant’Antioco.



Fig. 12. Foto di gruppo finale con gli studenti che hanno lavorato all'esperienza didattica.