

TEMA

Arduino: programmazione tangibile e alla portata di tutti

Ivano De Luca

con **Greta Amboni, Andrea Barcella, Marco Bianchi,
Emanuele Marinaro**

Keywords: *coding, Arduino, robotica, passione, formazione, pnsd,
laboratorio, liceo, eccellenze*

Introduzione

Il progetto presentato è il risultato di un percorso della valorizzazione delle eccellenze che l'I.S.I.S. L. Einaudi di Dalmine (BG) attua durante l'intero anno scolastico per i ragazzi che si sono distinti. I progetti, inseriti nel PTOF, sono rivolti a diversi settori interdisciplinari: quello qui presentato è realizzato dai ragazzi è relativo al secondo biennio dell'indirizzo Liceo Scientifico opz. Scienze Applicate.

Progettare in modo trasversale, integrare le discipline, concentrarsi sulle competenze acquisite, sono prerogative che la scuola deve mettere in atto per contribuire al successo formativo dei propri studenti.

Presentazione

Siamo quattro ragazzi di terza e quarta superiore frequentanti il liceo scientifico di indirizzo scienze applicate che hanno deciso di mettere alla prova le proprie conoscenze e abilità nel campo del *coding* sperimentando la realizzazione di un braccio robotico programmabile.

Negli scorsi anni di liceo abbiamo appreso le basi della programmazione in C++, allenando la nostra logica con esercizi sempre più complessi, ma limitandoci sempre ad un programma rinchiuso in quella scatola metallica che è il computer, senza dargli alcuna espressione concreta.

Durante la settimana dedicata alle eccellenze, organizzata dal nostro istituto ISIS Luigi Einaudi di Dalmine - nel corso della quale, in occasione della sospensione delle lezioni, gli studenti più meritevoli hanno la possibilità di riunirsi tra loro per realizzare un progetto comune - ci siamo chiesti come mettere in pratica la programmazione teorica imparata in classe per costruire qualcosa di tangibile e funzionante.

La risposta è stata **Arduino!**

Si tratta di una scheda elettronica piuttosto economica e soprattutto *opensource*, che può essere programmata con l'ausilio di un software dedicato, scaricabile gratuitamente online. Arduino utilizza un linguaggio di programmazione logicamente non molto diverso da quello di C++, infatti ne differisce solo per quanto riguarda la presenza o assenza di alcune librerie, tra cui quelle dedicate ai comandi da far eseguire al proprio progetto, che sono tuttavia compresi in un'unica libreria (Servo.h) da includere al principio del programma. La loro sintassi è intuibile e facilmente apprendibile avendo una basilare esperienza con il linguaggio C++, ma, soprattutto, la logica che entra in gioco nella creazione di un programma è a grandi linee la stessa o ciò che deriva dalla tipologia di esercizi svolti in classe.

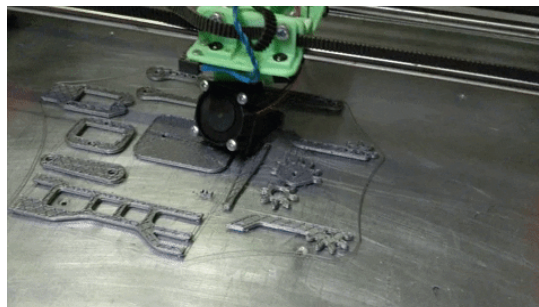
Arduino è la scheda di questo tipo più utilizzata in Italia e probabilmente nel resto mondo (per una spiegazione più dettagliata su Arduino consultare il seguente link: http://www.rivistabricks.it/wp-content/uploads/2017/08/8_Canepa.pdf).

Noi abbiamo utilizzato questa scheda elettronica programmabile per controllare dei servocomandi, ossia dei piccoli motori che sono in grado di tradurre un'onda quadra di una determinata frequenza (circa 50Hz), inviata dalla scheda tramite un cavo, in una posizione in gradi di unità sessadecimale. Nel nostro caso i servocomandi sono dotati di 180° di escursione, dunque possono ruotare di 90° in entrambe le direzioni a partire da una posizione iniziale. Alla lunghezza del fronte positivo dell'onda corrisponde perciò una diversa posizione: -90° è associato a 0,5 ms, +90° a 2,5 ms e di conseguenza tutte le inclinazioni intermedie. Dal servocomando fuoriescono tre cavi: due di alimentazione (convenzionalmente di colore nero per quello negativo e rosso positivo) che abbiamo collegato ad una breadboard (per saperne di più: <https://it.wikipedia.org/wiki/Breadboard>) e uno bianco utilizzato per trasmettere gli impulsi di comando dalla scheda al motore.

Il Progetto

Il progetto che abbiamo deciso di realizzare è un braccio robotico piuttosto semplice da assemblare e programmare, ma comunque versatile e potenzialmente spettacolare, chiamato *Eezybotarm MK I* (sito ufficiale visionabile presso il seguente link: http://www.eezyrobots.it/eba_mk1.html).

Per prima cosa abbiamo realizzato i componenti del braccio robotico con una stampante 3D, oggi non dovrebbe essere difficile trovare almeno un amico che ne abbia una. I modelli dei componenti possono essere scaricati online al link: <https://www.thingiverse.com/thing:1015238>, dove si trovano in dettaglio anche tutte le istruzioni per l'assemblaggio, che ci è sembrato piuttosto semplice da eseguire e non



richiede particolari strumenti. I componenti da utilizzare sono viti di due diverse lunghezze, rondelle, dadi e, ovviamente, i servocomandi e le parti plastiche stampate in precedenza.

E' importante verificare che non si crei dell'attrito indesiderato tra le parti, in quanto questo potrebbe inficiare il funzionamento dei servocomandi e, in certi casi, perfino causarne l'eccessivo surriscaldamento e la conseguente rottura. Inoltre, è opportuno stringere periodicamente le viti, in quanto tendono ad allentarsi durante i movimenti del braccio sempre a causa dell'attrito che si crea tra i vari componenti dei bracci e tra i bracci stessi a cui si è fatto riferimento in precedenza.

A questo punto siamo pronti per dedicarci alla programmazione, dove finalmente non siamo più costretti a eseguire istruzioni preconfezionate, ma al contrario siamo liberi di dare sfogo a tutta la nostra creatività, con la finalità di creare qualcosa di originale.

Il braccio robotico, avendo ben quattro servocomandi programmabili, è in grado di eseguire molte azioni differenti, più o meno complesse. L'unica limitazione è il fatto che si può muovere un solo servocomando per volta; è quindi importante prestare attenzione al *delay* (ritardo) da impostare tra un'azione e la successiva, in modo che il movimento complessivo risulti il più fluido possibile.

I programmi realizzati

Abbiamo realizzato due diversi programmi per collaudare il nostro braccio robotico:

1. Il primo permette lo spostamento di un oggetto dalla sua posizione iniziale a una posizione finale prescelta.
2. Il secondo programma consiste nella rotazione casuale del braccio con l'oggetto e nel rilascio di quest'ultimo, con la possibilità di fare canestro in un bersaglio; in seguito il corpo viene ripreso dal braccio.
3. Il terzo programma permette la graduale analisi da parte del robot della parte del piano che lo circonda e che può raggiungere attraverso il proprio braccio, questo implica però l'utilizzo di almeno un sensore.

Nel primo caso, l'operazione che abbiamo deciso di far compiere al braccio robotico coinvolge tutti i quattro servocomandi.

Partendo da una determinata posizione iniziale (ogni servocomando si posiziona automaticamente a zero gradi), il braccio robotico apre per prima cosa la pinza, per poi abbassarsi fino a sfiorare il piano e successivamente avanzare, utilizzando rispettivamente i servocomandi di sinistra e di destra, che permettono il movimento del braccio lungo gli assi x e y, quindi verticalmente e sulla direzione orizzontale in avanti.

La pinza raggiunge così l'oggetto, nel nostro caso un comune dado a 6 facce (forma cubica), precedentemente posizionato alla giusta distanza dal supporto del braccio e con la stessa angolazione che assumerà il servocomando della base rispetto a quella iniziale del braccio stesso, in modo tale da permettere una presa salda; a questo punto il braccio robotico chiude la pinza e ripete a ritroso i due movimenti precedenti, in modo da tornare alla posizione di partenza, sempre con il dado stretto nella pinza.

Ora entra in gioco il servocomando della base, che fa ruotare l'intero braccio di un angolo scelto preventivamente da noi; per finire, il braccio robotico lascia cadere il

dado sul piano (figura 1 e 2), effettuando quindi a tutti gli effetti un lancio del dado, come se fosse fatto direttamente da una delle nostre mani.

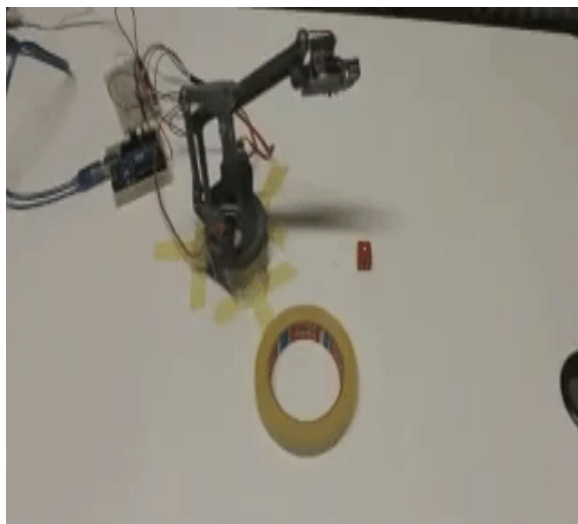


Figura 1 - Il braccio apre la pinza, si abbassa, avanza e infine richiude la pinza, afferrando il dado.

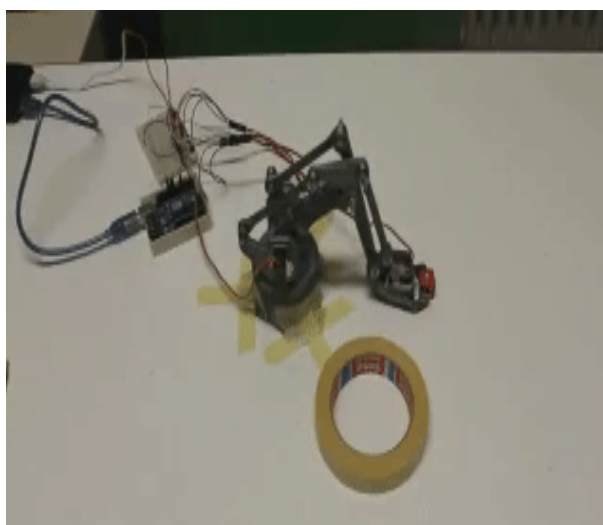


Figura 2 - Il braccio, stringendo il dado nella pinza, torna indietro, si rialza, ruota di un angolo prescelto e infine lascia cadere il dado sul piano.

Nel secondo programma, il braccio robotico raccoglie il dado in modo analogo a quanto visto nel primo punto, abbassandosi e tornando poi alla posizione iniziale (vedi codice in Fi. 3).

```
// include la Libreria Servo.h
#include <Servo.h>
Servo servo10;
Servo servoll;
Servo servo6;
Servo servo9;
int pos9=0, pos10=90, pos11=90, pos6=0;
void setup() {
  servo10.attach(10); //laterale
  servo6.attach(6); //pinza
  servoll.attach(11); //laterale
  servo9.attach(9); //base
}
void loop() {
  int posf=rand()%91;
  while(pos11>0){
    servoll.write(pos11);
    delay(35);
    pos11--;
  }
  delay(1000);
  while(pos6<130){
    servo6.write(pos6);
    delay(35);
    pos6++;
  }
  delay(1000);
  while(pos10<180){
    servo10.write(pos10);
    delay(35);
    pos10++;
  }
  delay(1000);
  while(pos6>0){
    servo6.write(pos6);
    delay(35);
    pos6--;
  }
  delay(1000);
  while(pos10>80){
    servo10.write(pos10);
    delay(35);
    pos10--;
  }
  delay(1000);
  pos9=90;
  while(pos9>posf){
    servo9.write(pos9);
    delay(35);
    pos9--;
  }
  delay(1000);
  while(pos10<180){
    servo10.write(pos10);
    delay(35);
    pos10++;
  }
  delay(1000);
  while(pos6<130){
    servo6.write(pos6);
    delay(35);
    pos6++;
  }
  delay(1000);
  while(pos10>80){
    servo10.write(pos10);
    delay(35);
    pos10--;
  }
}
}
```

Figura 3 - Il codice.

A questo punto il servocomando di base ruota di un angolo scelto casualmente dal programma (compreso ovviamente tra -90° e 90° rispetto alla posizione iniziale) , si abbassa nuovamente e la pinza si riapre, appoggiando il dado sul fondo di un bicchiere di plastica da noi collocato precedentemente sul piano in una posizione casuale.

Il fondo del bicchiere rappresenta ai fini dell'esperienza un bersaglio, "creato" con gli oggetti a nostra disposizione nel momento della prova. Abbiamo infatti deciso di fare una sorta di statistica sui centri e sugli errori (l'angolo era infatti scelto casualmente dal programma), anche per divertirci programmando e per osservare se il programma fosse già automatizzato o se poteva essere migliorato.

In quest'ottica abbiamo fatto svolgere al braccio robotico una serie di comandi aggiuntivi in modo che non necessiti il nostro intervento che riavvicini il dado alla pinza dopo ogni tentativo. Abbiamo infatti fatto appoggiare l'oggetto sul piano, anzich  lasciarlo cadere, e, dopo aver spostato la pinza per poter permettere l'analisi della posizione del corpo, abbiamo fatto s  che il braccio si avvicini nuovamente all'oggetto e lo blocchi come fatto precedentemente nella propria pinza, ripetendo il processo, con la possibilit  ipotetica di svolgere le stesse azioni senza limiti temporali.

Il "gioco" sta nel posizionare un canestro (noi abbiamo utilizzato il fondo di un bicchiere di plastica) nel raggio d'azione del braccio robotico e osservare se il robot fa o meno centro. Abbiamo ottenuto 3 canestri, ripetendo per  l'operazione solo 22 volte (consecutive) a causa dei tempi ristretti a nostra disposizione.

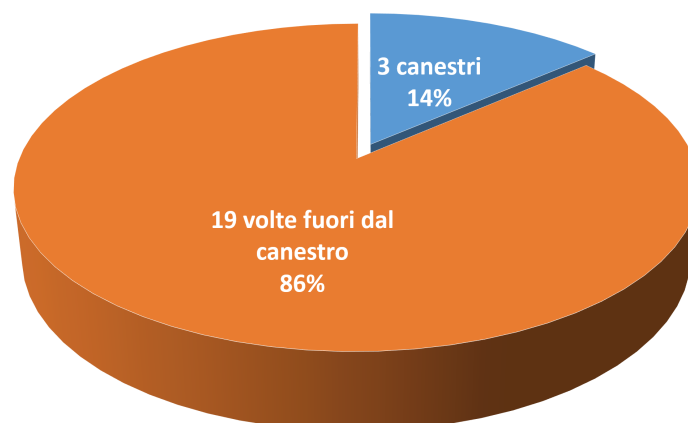


Figura 4 - Analisi dei risultati.

Siamo consapevoli che installando degli appositi sensori sul braccio robotico e programmandoli a dovere sia possibile fondere i due programmi illustrati precedentemente in uno pi  completo e complesso.

Nello specifico, si tratterebbe di utilizzare un sensore ottico, mediante il quale il robot possa individuare il bersaglio sul piano e impostare conseguentemente un determinato angolo di rotazione, in modo da posare l'oggetto esattamente all'interno dell'area designata.

Non abbiamo realizzato questo progetto per motivi legati alla mancanza di risorse e di conoscenze specifiche riguardo a sensori e programmazione avanzata, ma in futuro potremmo anche riuscirci!

Abbiamo per  creato un programma che potrebbe in caso di disponibilit  dei sensori ottimizzare i primi due programmi da noi creati; questo infatti fa muovere il braccio di un grado sessagesimale in senso orario, di 2 in senso antiorario, di 3 nuovamente in senso orario, e cos  via, fino a che il sensore ottico non identifica il corpo in questione,

facendo proseguire il piccolo braccio robotico nello svolgimento dei comandi precedentemente programmati.

Come il Coding ha cambiato il nostro modo di pensare?

Cimentandoci nella programmazione abbiamo imparato innanzitutto a scomporre problemi complessi in operazioni semplici e non ulteriormente divisibili. Questa abilità ci ha permesso di suddividere l'elaborato movimento da far eseguire al braccio robotico in tanti momenti diversi, che analizzati singolarmente si sono dimostrati semplici da programmare.

Inoltre, sfatando il falso mito del programmatore solitario e chiuso nella sua stanza, lavorando in gruppo ci siamo anche esercitati sul collaborare per trovare una soluzione che fosse considerata ottimale da tutti, in quanto in programmazione spesso si hanno a disposizione più vie per raggiungere lo stesso risultato.

Abbiamo realizzato inoltre un video esplicativo del progetto, [fruibile QUI](#).

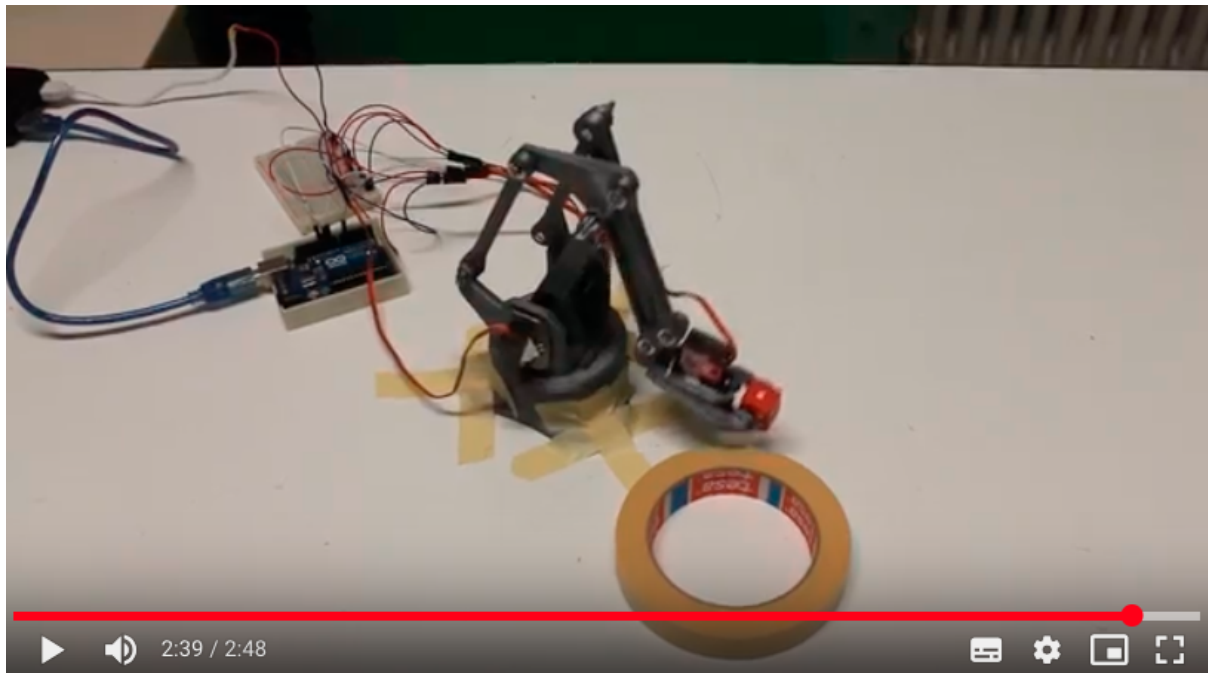


Figura 5 - Il video di presentazione del progetto.

Concludiamo con le nostre riflessioni personali riguardo al progetto svolto e a come il *coding* ha cambiato il nostro modo di pensare:

- Andrea: *"Questa esperienza ha permesso molti cambiamenti in noi, partendo dall'ideazione del progetto, fino ai diversi esiti. In particolare, le maggiori innovazioni in noi sono, secondo me, derivate dalla parte di coding, più che dal montaggio del braccio e del video, sebbene queste richiedessero una grande organizzazione di gruppo. Infatti il dover scrivere un programma in 4 persone avendo a disposizione un solo computer ha implicato la differenziazione dei compiti e una più sistematica risoluzione delle difficoltà. Infatti solo nel caso in*

cui un problema fosse stato veramente complicato da risolvere, arrivava a coinvolgere tutti i 4 membri del gruppo, mentre normalmente veniva facilmente identificato e corretto da una/due persone, mentre gli altri proseguivano nella scrittura del codice o nei propri compiti.”

- Emanuele: *"Il coding ha cambiato nettamente il mio modo di pensare e di agire: ora davanti ad una consegna riesco a organizzare una strategia funzionale e rapida suddividendola in più passaggi collegati. La programmazione è per me un'arte, da saper apprendere e fare propria; è un linguaggio universale che a differenza per esempio dell'inglese, riesce ad essere molto pragmatico e mirato. Questa esperienza è riuscita a mettere in luce come il networking e il coding possano amalgamarsi per creare un progetto didattico diverso e funzionale. In una futura occupazione spero di poter mettere in atto le competenze che ho acquisito e poter lavorare proprio nella modalità in cui abbiamo realizzato il braccio robotico. Vorrei poter fare più spesso attività simili, che riescono davvero far esprimere le proprie capacità; bastano pochi ingredienti: un team competente, una data da rispettare (meglio vicina se pone le cose più difficili) e un progetto convincente (preferibile se ideato dal team come in questo caso). Amo le sfide e il poter vincerle in gruppo conferisce ancor più gusto al lavoro e la fatica fatta."*
- Greta: *"Ciò che mi ha appassionato maggiormente del progetto che abbiamo realizzato è stata la possibilità di lavorare a qualcosa di diverso dalle attività di routine scolastica, infatti in questa esperienza ci è capitato di incorrere in numerose difficoltà e problemi ai quali però non c'era una soluzione ben precisa suggerita da un libro o dall'insegnante, ma è stato necessario uno sforzo maggiore, grazie al quale abbiamo potuto mettere alla prova la nostra capacità di operare in situazioni extra ordinarie e soprattutto sperimentare il lavoro in team nel quale è indispensabile saper interagire efficacemente con i membri del gruppo. È stato fantastico vedere messe in pratica le nostre conoscenze teoriche e dimostrare come queste possano generare un prodotto funzionante in grado di svolgere dei compiti. Infine ho apprezzato l'opportunità di collaborare insieme a persone con le quali condivido un interesse comune potendo aguzzare la nostra abilità di trasformare un pensiero logico in una serie di informazioni comprensibili dal computer."*
- Marco: *"Questo progetto si è rivelato estremamente utile per quanto riguarda lo sviluppo del pensiero computazionale, ossia della capacità di affrontare i problemi dividendoli in unità semplici e più facilmente risolvibili, elaborando di conseguenza una precisa strategia per raggiungere la soluzione. Si tratta di una competenza molto richiesta e che in futuro sarà fondamentale, al pari del sapere leggere e scrivere. Inoltre, questa è stata una delle prime volte in cui abbiamo avuto la possibilità di lavorare su una nostra idea, procurando da soli i materiali e lavorando per risolvere problemi che mai all'interno della scuola erano stati affrontati, quindi senza che vi fossero insegnanti che sapessero come procedere, il che ha reso il risultato finale molto più gratificante"*.

Conclusioni

L'I.S.I.S. L. Einaudi di Dalmine ogni anno fa intraprendere dei percorsi per la valorizzazione delle eccellenze su idee progettuali presentate dai ragazzi e validate dalla relativa commissione. Il livello di interazione docenti-studenti è talmente elevato che la realizzazione delle idee diventa un apprendimento sul campo che permette alle

conoscenze teoriche di prendere vita nelle applicazioni laboratoriali, come indicato dal M.I.U.R. I risultati sono la soddisfazione negli occhi dei ragazzi che apprendono come un libro o una disciplina possano entrare a far parte del loro, probabile, sviluppo professionale futuro.

Gli autori



In ordine: prof. Ivano De Luca, Greta Amboni, Marco Bianchi, Andrea Barcella, Emanuele Marinaro

Ivano De Luca, docente di Matematica e Fisica Insegna all'I.S.I.S. L. Einaudi dal settembre 2016 ed è fermamente convinto che i risultati didattici e scolastici si possano realizzare oltre la classica metodologia di insegnamento, integrando discipline e idee che devono dare visibilità ai ragazzi per far loro toccare con mano il panorama delle sinergie tra il mondo scolastico e scientifico.

@ ivano.deluca@isiseinaudi.it

Greta Amboni è una studentessa della classe 3DL. Ha 17 anni, è appassionata di fotografia, dimostra uno spiccato interesse per Informatica e Scienze e sogna di realizzare qualcosa di importante in ambito scientifico.

Emanuele Marinaro, della stessa classe, ha 16 anni e ha la passione per le auto, le moto, lo sport e le scienze e ama migliorarsi di continuo. Il suo sogno è di riuscire, un domani, a guidare un team di persone per realizzare progetti destinati al miglioramento della vita.

Andrea Barcella frequenta la classe 3CL, ha 16 anni e nutre una forte passione per i motori e la robotica; adora sfidare se stesso in tutti i campi, da quello scolastico a quello personale. Vorrebbe, un domani, riuscire a prototipare un'idea che possa concretizzarsi in dimostratori o dispositivi in ambito scientifico.

Marco Bianchi, invece, è uno studente della 4CL, ha 18 anni. La sua passione è rivolta alle discipline scientifiche, in particolare a Fisica ed infatti il suo sogno è di proseguire gli studi nell'ambito fisico-ingegneristico-matematico.